UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

AUANA BIGAIL SILVA DE ANDRADE

MAPEAMENTO E ANÁLISE DA COBERTURA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS EDUCACIONAIS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE UNIÃO DOS PALMARES

RIO LARGO
2025

AUANA BIGAIL SILVA DE ANDRADE

MAPEAMENTO E ANÁLISE DA COBERTURA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS EDUCACIONAIS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE UNIÃO DOS PALMARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura.

Orientadora: Profa. Dra. Rafaela Faciola Coelho de Souza Ferreira.

RIO LARGO
2025

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 – 1512

A554m Andrade, Auana Bigail Silva de.

Mapeamento e análise da cobertura da prestação de serviços educacionais: um estudo de caso no município de União dos Palmares. / Auana Bigail Silva de Andrade. – 2025.

53 f.: il.

Orientador(a): Rafaela Faciola Coelho de Souza Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura) – Graduação em Engenharia de Agrimensura, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Geoprocessamento. 2. Acessibilidade. 3. Polígonos de Thiessen. 4. Caminhabilidade. 5. Educação. I. Título.

CDU: 528.8

Folha de Aprovação

Auana Bigail Silva de Andrade

MAPEAMENTO E ANÁLISE DA COBERTURA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS EDUCACIONAIS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE UNIÃO DOS PALMARES

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharela.

Aprovado em: 12/11/2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAFAELA FACIOLA COELHO DE SOUZA FERREIR
Data: 19/11/2025 12:41:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Rafaela Faciola Coelho de Souza Ferreira – UFAL (Orientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br
MICHELLE ADELINO CERQUEIRA
Data: 19/11/2025 13:34:38-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Michelle Adelino Cerqueira – UFAL

Documento assinado digitalmente
gov.br
AYRTON MARTIM OLIVEIRA DIAS MELO
Data: 20/11/2025 13:50:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. MSc Ayrton Martim Oliveira Dias Melo - UFAL

Deus,
Aos meus Pais e aos meus Irmãos.
E, em especial, ao meu filho André.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria, perseverança e fé para chegar até este momento tão significativo da minha vida. Agradeço por iluminar meus caminhos, orientar minhas escolhas e sustentar minha caminhada em cada desafio superado, proporcionando-me coragem para enfrentar obstáculos e determinação para seguir em frente. Sem Sua presença constante, nada disso teria sido possível.

Aos meus familiares, expresso minha eterna gratidão pelo amor, paciência, compreensão e apoio incondicional. À minha mãe, Cícera, meu exemplo de dedicação, amor e superação, que sempre me ensinou a importância do esforço e da resiliência; ao meu pai, Cesar, por seu incentivo constante, pelas palavras de encorajamento e por acreditar sempre em meu potencial; ao meu filho, André, que é a minha maior inspiração e motivação diária, sendo razão de continuar lutando por meus sonhos; à minha irmã, Beatriz, que foi minha motivação inicial para ingressar neste curso e com quem compartilho tantas memórias e aprendizados; e ao meu irmão, Auan, pelo companheirismo, incentivo e amizade, que tornaram minha jornada mais leve e acolhedora.

Aos meus amigos, que de diferentes formas caminharam comigo durante esta trajetória acadêmica, deixo meu reconhecimento e gratidão. Gabi, Alicia, Nathaly, Poly e Gal, por cada palavra de incentivo, pelo apoio constante e pela presença amiga em momentos de desafios; e ao Hugo, por toda ajuda, disponibilidade e dedicação, especialmente na obtenção e organização de dados, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que conquistei durante o estágio Jô, Givaldo, Eduardo, Jhonathan, Seu Mário, Adelmo, Quitéria, Dimas expresso minha gratidão pelas experiências compartilhadas, pelo aprendizado conjunto e pelas amizades construídas. Deixo um agradecimento especial à Viviele, que esteve ao meu lado em cada etapa desta jornada, compartilhando comigo os desafios e os perrengues de realizar este TCC, tornando cada dificuldade mais leve e cada conquista mais significativa.

Agradeço à minha chefa, Bruna, pela confiança depositada em mim, pela paciência e pelo constante incentivo, que possibilitaram meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores da graduação, que contribuíram imensamente para minha formação acadêmica, deixo meu respeito, reconhecimento e gratidão. Um agradecimento

especial à professora Rafaela, pelo acolhimento, compreensão e incentivo, tornando este momento ainda mais especial e significativo.

À Universidade Federal de Alagoas, deixo minha gratidão por me proporcionar a oportunidade de aprendizado, crescimento e amadurecimento, tanto acadêmico quanto pessoal. Agradeço por ter sido o espaço onde pude desenvolver meu conhecimento, fortalecer minhas habilidades e construir relações que levarei para toda a vida.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui, seja com palavras, gestos, incentivo ou apoio, deixo meu mais sincero e profundo muito obrigada. Cada um de vocês, de maneira única, tornou possível esta realização, e a minha gratidão jamais poderá ser totalmente expressa em palavras.

"Confia no Senhor de todo o teu coração e não te estribes no teu próprio entendimento; reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele endireitará as tuas veredas."

Provérbios 3:5-6

RESUMO

A disposição espacial das instituições públicas, em especial das unidades escolares, é um elemento fundamental para a promoção da igualdade social e para a efetivação do direito à educação. A maneira como essas instituições se distribuem no espaço urbano, associada às condições de acessibilidade e mobilidade, influencia diretamente o deslocamento diário dos alunos e a qualidade de sua permanência no ambiente escolar. Este trabalho tem como objetivo analisar a distribuição espacial dos alunos do Ensino Fundamental I, no município de União dos Palmares, tomando como estudo de caso os bairros Newton Pereira, Sagrada Família e Nossa Senhora das Dores. A pesquisa buscou compreender a relação entre a localização das escolas e as condições de acessibilidade dos alunos, considerando fatores como distância, tempo de caminhada e infraestrutura urbana. A metodologia adotada baseou-se em técnicas de geoprocessamento, utilizando o *software* QGIS para o mapeamento e análise espacial dos dados obtidos em campo e junto às secretarias municipais. Foram elaborados mapas temáticos para a delimitação das áreas de influência das escolas e para a avaliação da caminhabilidade. Além disso, realizou-se uma análise *in loco* das condições urbanísticas das vias de acesso, com base nos parâmetros da ABNT NBR 9050/2020. Os resultados demonstraram que as escolas apresentam boa cobertura espacial e acessibilidade, enquanto outra concentra maior número de alunos fora do raio dos raios de abragência estabeliciados, indicando dependência de transporte escolar. A análise urbanística evidenciou diferenças significativas entre os bairros, destacando-se as deficiências de infraestrutura observadas nos bairros. Conclui-se que a integração entre o planejamento urbano e o educacional é essencial para garantir trajetos acessíveis e seguros, contribuindo para a efetivação do direito à educação e à mobilidade urbana.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Acessibilidade; Polígonos de Thiessen; Caminhabilidade; Educação.

Abstract

The spatial distribution of public institutions, particularly schools, is a fundamental element for promoting social equality and ensuring the right to education. The way these institutions are distributed within the urban space, combined with accessibility and mobility conditions, directly influences students' daily commutes and the quality of their school experience. This study aims to analyze the spatial distribution of Elementary School students in the municipality of União dos Palmares, focusing on the neighborhoods of Newton Pereira, Sagrada Família, and Nossa Senhora das Dores. The research sought to understand the relationship between school locations and students' accessibility conditions, considering factors such as distance, walking time, and urban infrastructure. The adopted methodology was based on geoprocessing techniques, using QGIS software for mapping and spatial analysis of data collected in the field and from municipal departments. Thematic maps were developed to delimit the schools' areas of influence and to assess walkability. In addition, an on-site analysis of the urban conditions of access routes was carried out based on the parameters established by ABNT NBR 9050/2020. The results showed that some schools have good spatial coverage and accessibility, while others concentrate a greater number of students outside the established coverage radii, indicating a dependence on school transportation. The urban analysis revealed significant differences among the neighborhoods, highlighting infrastructure deficiencies in some areas. It is concluded that integrating urban and educational planning is essential to ensure accessible and safe routes, thereby contributing to the realization of the right to education and urban mobility.

Keywords: Geoprocessing; Accessibility; Thiessen Polygons;Walkability; Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Distância Máxima a ser percorrida a pé pelos alunos.....25
Figura 2:Tempo Máximo de viagem a ser gasto pelos alunos.....25
Figura 3: Mapa de Localização da Área de Estudo.....27
Figura 4:Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos.....28
Figura 5:Mapa de localização das escolas e residências dos alunos cadastradas.....31
Figura 6: Interseção entre a camada da área de estudos e os Polígonos gerados.....32
Figura 7: Distribuição de alunos de acordo com área de influência de cada polígono.....34
Figura 8:Polígono de Thiessen da Escola Municipal Padre Donald.....36
Figura 9:Distribuição dos alunos no polígono da Escola Padre Donald.....38
Figura 10:Polígono de Thiessen da Escola Municipal João Costa de Oliveira.....40
Figura 11:Distribuição dos alunos no polígono da Escola João Costa.....41
Figura 12:Polígono de Thiessen da Escola Municipal Maria Augusta Duarte Sarmento.....42
Figura 13:Distribuição dos alunos no polígono da Escola Maria Augusta.....43
Figura 14:Raios de abrangência das escolas Padre Donald e Maria Augusta.....44
Figura 15:Raio de abrangência da Escola João Costa.....44
Figura 16:Condições de infraestrutura das calçadas no bairro Nossa Senhora das Dores.....49
Figura 17:Rua pavimentada do bairro Sagrada Família.....50
Figura 18:Sinalização viária observada no percurso até a escola no bairro Newton Pereira.....51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos alunos matriculados, localizados e não localizados nas escolas públicas municipais.....31

Tabela 2:Faixas de abrangência aos serviços educacionais.....35

Tabela 3:Alunos por tempo de caminhada da Escola João Costa.....45

Tabela 4 :Alunos por tempo de caminhada da Escola Maria Augusta.....46

Tabela 5:Alunos por tempo de caminhada da Escola Padre Donald.....47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AL	Alagoas
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
km	Quilômetro
km²	Quilômetro quadrado
m	Metro
min	Minuto
NBR	Norma Brasileira
PDPDI	Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Integrado
QGIS	*Quantum Geographic Information System*
SEMED	Secretaria Municipal de Educação
SIG	Sistema de Informação Geográfica
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social

Sumário

1.INTRODUÇÃO 15
1.1Objetivo Geral 16
1.2Objetivos Especificos 16
2. REFERENCIAL TEÓRICO 17
2.1 Planejamento Urbano 17
2.2 Estatuto da Criança e do Adolescente 17
2.3 Geoprocessamento.....18
2.4 Sistema de Informações Geográficas 19
2.5 Análise Espacial 20
2.6 Polígono de Thiessen.....21
2.7 Raios de Abrangências 23
2.8 Variáveis de Distância e Tempo de Caminhada 24
2.9Acessibilidade Urbana.....25
3. METODOLOGIA.....27
3.1 Caracterização da Área de Estudo 27
3.2 Procedimentos Metodológicos 28
3.3 Aquisição de Dados Alfanuméricos 29
3.4 Aquisição de Dados Cartográficos 29
3.5 Localização das Escolas 29
3.6 Localização dos Alunos.....30
3.7 Processamento dos Dados 32
3.7.1 Polígonos de Thiessen 32
3.7.2 Análise da Cobertura Territorial e Áreas de Influência dos Polígonos de Thiessen 33
3.7.3 Percentual de Alunos por Caminhabilidade 34
3.7.4 Percentual de Alunos por Tempo de Caminhada 35
3.7.5 Aspectos Urbanísticos das Vias dos Percursos.....35
4. Resultados.....36
4.1 Análise espacial da distribuição dos alunos na Escola Municipal Padre Donald.....36
4.2 Análise espacial da distribuição dos alunos na Escola Municipal João Costa de Oliveira. 38
4.3 Análise espacial da distribuição dos alunos na Escola Municipal Maria Augusta Duarte Sarmento. 40
4.4 Análise do Percentual de Alunos por Caminhabilidade das Escolas João Costa, Maria Augusta e Padre Donald.....42

4.5 Análise do tempo de caminhada no percurso domicílio-escola a partir da distribuição espacial 44
4.5.1 Escola Municipal João Costa 45
4.5.2 Escola Municipal Maria Augusta 45
4.5.3 Escola Municipal Padre Donald 46
4.6 Aspectos Urbanísticos das Vias de Acesso às Escolas 47
5. CONCLUSÃO 52
REFERENCIAS 54

1. INTRODUÇÃO

O acesso à educação de qualidade é um dos pilares essenciais para o desenvolvimento social e urbano, configurando-se como um direito garantido pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), que assegura a oferta de ensino público e gratuito próximo à residência do estudante. Nesse sentido, a distribuição espacial das instituições de ensino e a análise de sua acessibilidade assumem papel estratégico no planejamento territorial e de políticas públicas mais eficazes.

Vale destacar que a finalidade das escolas consiste em assegurar uma educação universal, gratuita, laica e de qualidade, consolidando-se como um instrumento institucional essencial para a promoção de uma sociedade pautada na igualdade política, intelectual, técnica e democrática. Tal propósito, por sua vez, viabiliza o desenvolvimento integral dos indivíduos e a efetiva participação social de todos os cidadãos (TEIXEIRA, 2009).

Nesse contexto, as escolas públicas fazem parte do planejamento urbano, pois sua distribuição e localização influenciam diretamente na cobertura espacial, podendo gerar escassez ou excesso da oferta de vagas para os alunos do município. No Brasil, as legislações e normas urbanas não descrevem parâmetros ou diretrizes específicas para a destinação das escolas. Mesmo em âmbito municipal, os planos diretores não contemplam essas exigências de forma detalhada, como já observado por Neves (2015)

Em União dos Palmares, o planejamento urbano segue o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Integrado (Lei Municipal 1.389/2019), que tem a missão precípua de construir soluções para os problemas que afligem os moradores da cidade, que cresceu de forma excludente e desequilibrada, penalizando, principalmente, a população mais carente.

O presente estudo concentra-se no Município de União dos Palmares, em Alagoas, com um foco específico na rede de ensino fundamental I (1º ao 5º ano). A análise se aprofunda no estudo de caso dos bairros Newton Pereira, Sagrada Família e Nossa Senhora das Dores, áreas que possuem configurações territoriais distintas e onde estão localizadas as Escolas Municipais João Costa de Oliveira, Padre Donald e Maria Augusta Duarte Sarmento, respectivamente.

A questão central desta pesquisa consiste em verificar se a atual distribuição espacial dos alunos do Ensino Fundamental I está de acordo com o princípio da proximidade escolar e em identificar as condições de infraestrutura urbana que

influenciam o deslocamento entre domicílio e escola. Entende-se que a acessibilidade não se restringe à distância física, mas também abrange aspectos urbanísticos das vias e o tempo de deslocamento, fatores relacionados à caminhabilidade. Para fins de análise, considera-se que uma distância de até 500 metros e um tempo de viagem de até 30 minutos configuram parâmetros adequados para avaliar o percurso em contextos urbanos.

1.1 Objetivo Geral

Mapear e analisar a distribuição espacial dos alunos do Ensino Fundamental I nas escolas municipais João Costa de Oliveira, Maria Augusta Duarte Sarmento e Padre Donald, considerando o princípio da proximidade escolar, identificar as condições de infraestrutura urbana que influenciam o deslocamento entre domicílio e escola e evidenciar as áreas de influência das unidades escolares por meio de ferramentas de geoprocessamento

1.2 Objetivos Especificos

- Mapear e georreferenciar a localização das Escolas Municipais e dos Alunos;
- Aplicar técnicas de análise espacial acerca da relação entre os endereços dos alunos matriculados nas respectivas escolas;
- Avaliar as condições de acessibilidade no deslocamento dos alunos até as escolas, considerando aspectos como distância, tempo de percurso e caminhabilidade;
- Analisar as características urbanísticas e de infraestrutura das vias de acesso, observando fatores que possam interferir na mobilidade e no acesso dos alunos ao ambiente escolar;
- Propor sugestões sobre o planejamento urbano e educacional do município.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Planejamento Urbano

O planejamento urbano surgiu como um instrumento de política pública voltado a enfrentar as transformações sociais, políticas e econômicas decorrentes do avanço da sociedade urbano-industrial. Com o crescimento das cidades e o aumento populacional, tornou-se necessária a formulação de políticas voltadas ao controle do uso do solo, à habitação e à ampliação das infraestruturas urbanas. Ao longo do século XX, a intensificação da urbanização gerou problemas que exigiram soluções coletivas, como o saneamento e o transporte urbano, demandando uma maior intervenção estatal e a superação da concepção liberal de Estado (SANTOS, 2012).

De acordo com Rolnik e Pinheiro (2004), o planejamento territorial consiste em definir as formas mais adequadas de ocupação e uso do espaço urbano e regional, considerando tanto as atividades atuais quanto as futuras. Por meio desse processo, é possível promover a democratização das oportunidades, o uso sustentável dos recursos e o financiamento equitativo do desenvolvimento municipal, consolidando o planejamento como um instrumento de justiça socioespacial e sustentabilidade.

Segundo Souza (2002), o planejamento urbano pode ser entendido como um campo interdisciplinar que busca desenvolver instrumentos de intervenção, permitindo a execução de investimentos no espaço com vistas ao desenvolvimento urbano.

2.2 Estatuto da Criança e do Adolescente

Instituído pela Lei Federal nº 8.069, de 13 de julho de 1990, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) regulamenta o artigo 227 da Constituição Federal e reconhece crianças e adolescentes como sujeitos de direitos, em condição peculiar de desenvolvimento. Dessa forma, determina que a família, a sociedade e o Estado assegurem-lhes proteção integral e prioridade absoluta.

O artigo 53 do Estatuto da Criança e do Adolescente assegura às crianças e aos adolescentes o direito à educação, compreendida como um instrumento essencial para o desenvolvimento pleno da pessoa, o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho. Esse princípio reforça a responsabilidade compartilhada entre Estado, família e sociedade na garantia de um ensino de qualidade, gratuito e acessível a todos. Nesse

sentido, a efetivação desse direito depende não apenas da oferta de vagas escolares, mas também da adequada distribuição espacial dos equipamentos educacionais, de forma a assegurar a equidade no acesso e reduzir as desigualdades territoriais. Assim, a análise da localização das escolas e da acessibilidade urbana torna-se fundamental para compreender se o direito previsto no ECA é, de fato, concretizado no território (BRASIL, 1990).

> **Art. 53.** A criança e o adolescente têm direito à educação, visando ao pleno desenvolvimento de sua pessoa, preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho, assegurando-se-lhes:
> **V –** acesso à escola pública e gratuita próxima de sua residência.

O Estatuto da Criança e do Adolescente não define uma distância mínima entre a residência e a escola, apenas assegura o direito à proximidade. Assim, este estudo busca avaliar se as crianças se encontram alocadas na menor distância possível em relação às suas respectivas escolas.

2.3 Geoprocessamento

De acordo com Domingues e Simões (2007), o geoprocessamento corresponde à integração de diferentes tecnologias voltadas à coleta, tratamento, armazenamento e análise de dados espaciais, permitindo transformar informações geográficas em representações úteis ao planejamento territorial. Nessa mesma linha, Silva (2009) entende o geoprocessamento como um conjunto de procedimentos computacionais aplicados sobre bases de dados georreferenciadas, com a finalidade de gerar informações relevantes para diversas áreas do conhecimento.

Moura (2014) complementa ao destacar que o geoprocessamento se consolidou como uma ferramenta essencial no planejamento territorial, por possibilitar a integração de diferentes bases de dados e a produção de análises complexas e integradas.

De acordo com Câmara, Davis e Fonseca (2001), o geoprocessamento representa uma área interdisciplinar que integra a computação, a cartografia e a geografia, permitindo a manipulação e análise de dados geográficos de forma automatizada.

Segundo Câmara e Monteiro (2001), no geoprocessamento há dois tipos principais de dados: os temáticos e os cadastrais. Os autores explicam que os dados temáticos representam a distribuição espacial de determinados fenômenos geográficos, geralmente expressos de forma qualitativa, como em mapas de solos ou de aptidão agrícola. Esses

dados podem ser obtidos por meio de levantamentos em campo e inseridos manualmente ou por processos automatizados, como a classificação de imagens.

De acordo com Almeida e Câmara (2011), o uso de técnicas de geoprocessamento possibilita identificar padrões espaciais e desigualdades na oferta educacional, contribuindo para políticas públicas mais eficazes.

Perdigão (2018) destacou o uso do geoprocessamento como instrumento importante para compreender a distribuição espacial dos alunos da rede pública de Maceió. Por meio de técnicas de geoprocessamento e do uso do software QGIS, foi possível espacializar os dados referentes aos alunos e às escolas, permitindo analisar a relação entre a localização das residências e das unidades de ensino.

2.4 Sistema de Informações Geográficas

Cunha (2001) afirma que o SIG se caracteriza pela integração, em uma única base de dados, de informações espaciais provenientes de dados cartográficos, modelos sísmicos de terreno, cadastro urbano e rural, imagens de satélites, dados de censo, entre outros, oferecendo mecanismos para combinar estas informações através de módulos de manipulação e análise, que permitem consultar, recuperar, visualizar conteúdos de bases de dados, e, finalmente, gerar mapas.

Câmara e Queiroz (2001) fizeram uma análise geral sobre a utilização do SIG e afirmam que há pelo menos três grandes maneiras de utilizá-lo, quais sejam: como ferramenta para produção de Mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos e; como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. A integração de dados geográficos e alfanuméricos é fundamental para que um Sistema de Informação Geográfica (SIG) funcione de forma coesa, permitindo análises espaciais confiáveis (CÂMARA; QUEIROZ, 2001).

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é composto por elementos integrados que permitem a gestão e análise de dados espaciais. A interface com o usuário possibilita a interação e visualização de mapas, enquanto a entrada e integração de dados garante a captura e unificação de informações geográficas e alfanuméricas. As funções de consulta e análise espacial permitem identificar padrões e relações geográficas, e a visualização e plotagem produzem mapas e relatórios que facilitam a interpretação. O

armazenamento e recuperação de dados, em bancos de dados geográficos, assegura consistência, integridade e suporte a consultas complexas (CÂMARA; QUEIROZ, 2001).

Segundo Esri (2021), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) funcionam como estruturas que organizam e comunicam informações sobre o mundo a partir da ciência geográfica. Esses sistemas permitem visualizar, questionar, analisar e interpretar dados, facilitando a identificação de padrões, relações e tendências, e fornecendo suporte estratégico para a tomada de decisões mais informadas.

O funcionamento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) envolve diversos componentes essenciais. O *hardware* refere-se a máquinas com alto poder de processamento, necessárias para suportar operações complexas. O *software* consiste em um conjunto de programas que auxiliam o funcionamento do sistema, como ferramentas de Processamento Digital de Imagens (PDI), CAD (desenho assistido por computador) e *softwares* estatísticos, sendo frequentemente confundido com o próprio SIG. O *peopleware* corresponde às pessoas capacitadas para operar o sistema e realizar as análises necessárias. Por fim, o *dataware* engloba o conjunto de dados que serão utilizados para gerar informações, sendo fundamental que esses dados sejam precisos, consistentes e confiáveis (OLAYA, 2014).

Da mesma forma que se utiliza um processador de textos para redigir documentos em um computador, o tratamento de informações espaciais também requer o uso de um *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) (GIS, 2018). Segundo o autor, um SIG é composto por dados digitais, sendo assim informações espaciais que podem ser visualizadas e analisadas por meio do uso conjunto de hardware e software. O *hardware* corresponde aos componentes físicos responsáveis pelo armazenamento e processamento dos dados, enquanto o *software* refere-se aos programas executados nesses equipamentos, responsáveis pelo tratamento e pela análise das informações digitais.

Além disso, um *software* SIG possibilita a inserção de novas informações em um mapa digital, permitindo ao usuário criar representações cartográficas personalizadas conforme seus critérios de estudo, bem como realizar diferentes tipos de análises espaciais.

2.5 Análise Espacial

A realização de uma análise espacial exige informações adequadas sobre o fenômeno estudado. Os dados representam observações da realidade que, ao serem

processados, transformam-se em informação. Essa informação pode estar em diferentes formatos, como textos, números, gráficos ou imagens, podendo ou não estar associada a uma localização geográfica. Quando assumem forma textual ou numérica, são chamados de dados alfanuméricos, podendo estar vinculados a uma posição espacial ou a um momento específico (Rosa, 2011).

O autor destaca ainda que a qualidade dos dados expressa por sua precisão e exatidão, influencia diretamente o resultado das análises espaciais. A informação geográfica diferencia-se da não geográfica por estar georreferenciada, ou seja, associada a uma posição na superfície terrestre (Rosa, 2011).

As operações de análise espacial, por sua vez, permitem responder a questões como "onde fica?", "o que existe aqui?" e "o que está mais próximo?", sendo consideradas as etapas iniciais do processo analítico. Entre as principais operações estão a sobreposição de camadas, pesquisa topológica, criação de *buffers* e análise de redes, fundamentais para identificar padrões e relações espaciais (Rosa, 2011).

Galati e Stephen (2006) abordam a natureza dos dados geográficos considerando a relação entre a localização e seus atributos. A Análise Espacial (AE) combina essa duplicidade com o estudo do espaço geográfico, caracterizando os elementos por meio de suas localizações e formas. A AE oferece ao usuário uma variedade de procedimentos, ferramentas e interfaces, cuja aplicação e complexidade podem variar conforme a necessidade. De acordo com Fucks et al. (2004), a ênfase da AE está em "mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta de forma explícita a localização espacial do fenômeno em estudo".

2.6 Polígono de Thiessen

Os primeiros trabalhos que apresentaram polígonos na forma do diagrama foram realizados por Dirichlet, em 1850, e por Voronoi, em 1908, que, ao estudarem formas quadráticas, consideraram uma forma especial do Diagrama de Voronoi. A principal diferença entre as abordagens desses autores é que Dirichlet analisava o diagrama em duas e três dimensões, enquanto Voronoi estendia o estudo para n dimensões (Boots et al., 1995).

Entretanto, apenas em 1911 o pesquisador Thiessen, na área de meteorologia, iniciou estudos utilizando esses diagramas para representar espacialmente o relacionamento entre áreas geográficas. Thiessen aplicou o Diagrama de Voronoi

denominado posteriormente Polígono de Thiessen para estimar com maior precisão as médias regionais de precipitação (Rhynsburger, 1973; Brassel & Reif, 1979). Desde então, o uso dessa técnica se intensificou em meteorologia e se expandiu para outras áreas, como cartografia e planejamento urbano (Sibson, 1980; Martin & Williams, 1992).

Okabe et al. (2000) definem a poligonação de Voronoi como um processo aplicado a uma distribuição finita de dois ou mais pontos no plano euclidiano, no qual cada ponto é associado a uma região do espaço baseada na distância euclidiana. O resultado desse procedimento é uma tesselação do plano composta por polígonos, cada um representando a área de influência de seu ponto correspondente.

De acordo com Nascimento (2018), transcorre sobre Voronoi tomando P como pontos geradores tendo $P = \{p1,\ldots,pm\}$, um conjunto de n pontos no $\mathbb{R}n$. Tomando 2 pontos distintos $pi, pj \in P$. Considerando a equação 2:

$$H(p_i, p_j) = \{x \in \mathbb{R}^n; d(x, p_i) \leq d(x, p_j)\} \tag{2}$$

O semi-espaço onde pi está contido e onde d é a distância Euclidiana.

A região de Voronoi associada ao ponto $pi \in P$, é o conjunto denotado por R$V(pi)$ e é definido da seguinte forma segundo a equação 3:

$$RV(p_i) = \bigcap_{\substack{1 \leq j \leq n \\ j \neq i}} H(p_i, p_j) \tag{3}$$

Parafraseando a expressão acima, $RV(pi)$ pode ser definido como o conjunto de todos os pontos do semiespaço que estão mais próximos de pi de qualquer ponto de P. Colocando isto em termos matemáticos, como mostrado na equação 4:

$$RV(p_i) = \left(x \in \mathbb{R}^n; d(x, p_i) \leq d\left(x, p_j\right), \forall\, p_j \in P\ com\ j \neq i\right) \tag{4}$$

Os Polígonos de Thiessen de P é o conjunto de regiões $RV(pi)$, logo ele pode ser denotado como demonstra a equação 5:

$$DV(P) = \{RV(p_1), \ldots, RV(p_n)\}. \tag{5}$$

O autor Perdigão (2018) utilizou os polígonos de Thiessen foram como técnica de análise espacial para definir as áreas de influência de cada escola na Região Administrativa 1 de Maceió, o que permitiu identificar quais alunos estavam mais próximos de determinada unidade de ensino, possibilitando avaliar se a distribuição escolar seguia o princípio de proximidade previsto pelo Estatuto da Criança e do Adolescente.

2.7 Raios de Abrangências

Os raios de abrangência são ferramentas utilizadas em geoprocessamento que influenciam diretamente a qualidade de vida da população. Conforme Campos Filho (2003, p. 19), esses instrumentos têm grande relevância no planejamento urbano, pois permitem analisar a acessibilidade e a distribuição equitativa de serviços e equipamentos públicos. A localização desses equipamentos em relação às residências impacta diretamente a mobilidade das crianças, já que distâncias maiores demandam mais tempo, aumentam custos com transporte e exigem acompanhamento de adultos. Dessa forma, a proximidade é considerada ideal, permitindo que a criança, ao atingir certa autonomia, consiga se deslocar a pé de forma segura e em poucos minutos até esses locais.

No contexto educacional, por exemplo, estudos subdividem o ensino em três níveis educação infantil, ensino fundamental e ensino médio com o objetivo de relacionar cada etapa ao limite máximo de distância entre a residência do aluno e a escola pública correspondente. De acordo com Brau, Merce e Tarragó (1980), a escola de educação infantil deve estar localizada, idealmente, a até um quilômetro da residência do estudante, enquanto a Prefeitura Municipal de Évora, em Portugal, recomenda no máximo 500 metros. Para o ensino fundamental, ambos sugerem um limite de um quilômetro. Já no ensino médio, os autores propõem uma distância máxima de seis quilômetros, enquanto a administração municipal portuguesa adota um critério mais restritivo, de dois quilômetros.

A aplicação de raios de abrangência e limites de distância no planejamento educacional permite analisar a distribuição espacial dos alunos de forma mais precisa. Ao identificar as áreas de influência de cada escola, é possível mapear onde se concentram maiores demandas e onde há lacunas no atendimento escolar. Esse tipo de análise contribui para decisões mais eficientes sobre a alocação de recursos, abertura de novas unidades e transporte escolar, garantindo que o acesso à educação seja equilibrado e que

a distância entre residência e escola não se torne um fator limitante para a frequência e o desempenho dos estudantes.

Santos Neto (2025) destaca que os raios de abrangência são instrumentos fundamentais no geoprocessamento aplicados ao campo educacional, pois permitem avaliar a acessibilidade entre os estudantes e as instituições de ensino, no qual contribuiu para identificar se as escolas estão distribuídas de forma proporcional no território urbano e se estão dentro dos limites considerados adequados.

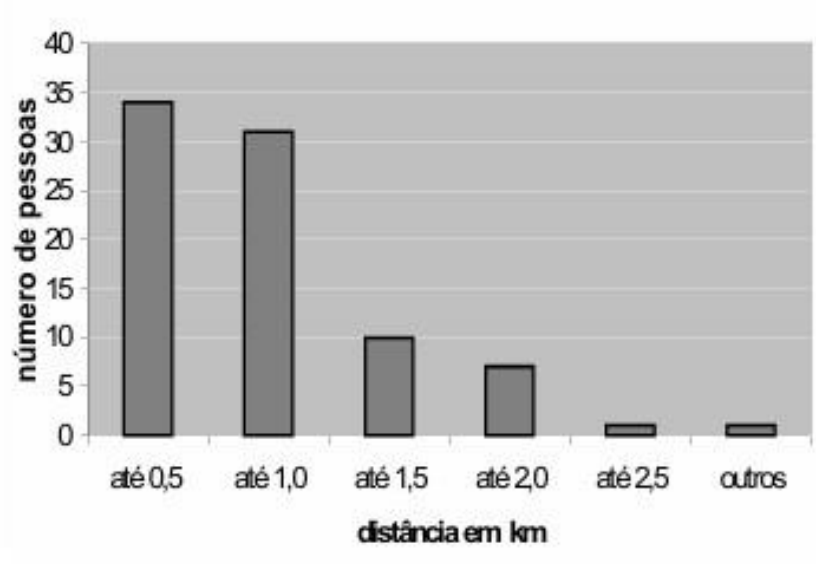
2.8 Variáveis de Distância e Tempo de Caminhada

A análise da distância e do tempo de caminhada é importante porque permite compreender se os alunos tem fácil acesso as escolas e se os trajetos percorridos são compatíveis com suas condições de mobilidade. Esses fatores ajudam a identificar e avaliar áreas em que a localização das instituições pode dificultar o acesso à educação.

A metodologia empregada por Pegoretti e Sanches (2004) combinou levantamentos bibliográficos, análise de literatura e pesquisa com profissionais das áreas de educação e transportes, a fim de definir valores máximos aceitáveis de tempo e distância percorrida em deslocamentos escolares. Com base nesses procedimentos, os autores determinaram que a distância média de caminhada de aproximadamente 500 metros e o tempo de viagem de cerca de 30 minutos constituem parâmetros de referência adequados para avaliar a acessibilidade em contextos urbanos.

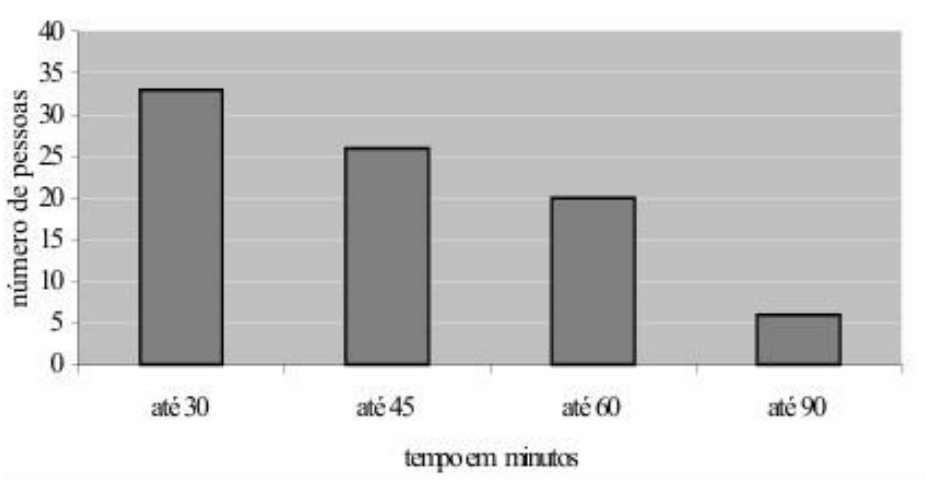
Esses valores indicam que o limite de 500 metros representa uma faixa de caminhabilidade compatível com as condições urbanas locais e coerente com os padrões reconhecidos na literatura, permitindo identificar áreas em que a acessibilidade escolar é favorecida e outras em que a distância se configura como um obstáculo à locomoção dos alunos.

Figura 1- Distância máxima a ser percorrida a pé pelos alunos



Fonte: Pegoretti e Sanches (2004)

Figura 2- Tempo máximo de viagem a ser gasto pelos alunos



Fonte: Pegoretti e Sanches (2004)

2.9Acessibilidade Urbana

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável por regulamentar e padronizar trabalhos de caráter técnico-científico, abrangendo também normas relacionadas à construção civil e às especificações de projetos arquitetônicos. Em 2004, a ABNT publicou a NBR 9050, cujo objetivo é estabelecer parâmetros que

possibilitem a construção de edificações mais acessíveis. Intitulada *"Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos"*, a norma define acessibilidade como:

> "Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos",

Detalhando ainda medidas, formas e especificações a serem adotadas para garantir a acessibilidade em diferentes ambientes.

De acordo com Garracho e Campos (2005), o conceito de acessibilidade é amplo e pode assumir diferentes significados conforme o contexto social e histórico. Para os autores, o termo está relacionado à facilidade de deslocamento entre pontos distintos do território, representando as oportunidades de interação e contato entre origens e destinos.

Segundo Sanches e Pegoretti (2004), a acessibilidade está relacionada à facilidade de uma pessoa alcançar os locais ou atividades que deseja, considerando a localização e o meio de transporte disponível.

Complementando essa definição, Oliveira (2007), ao adaptar o conceito dos autores mencionados, descreve acessibilidade como um potencial de interação entre a população e os equipamentos de serviço público disponíveis.

Perdigão (2018) destaca a acessibilidade como um fator central na análise da distribuição espacial dos alunos em Maceió, o que possibilita verificar se os estudantes estão realmente inseridos em áreas de fácil deslocamento, conforme previsto pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), contribuindo para o entendimento das desigualdades territoriais na oferta educacional. Dessa forma, a acessibilidade é essencial para garantir o direito à educação, pois envolve as condições de deslocamento seguro e autônomo dos alunos até a escola.

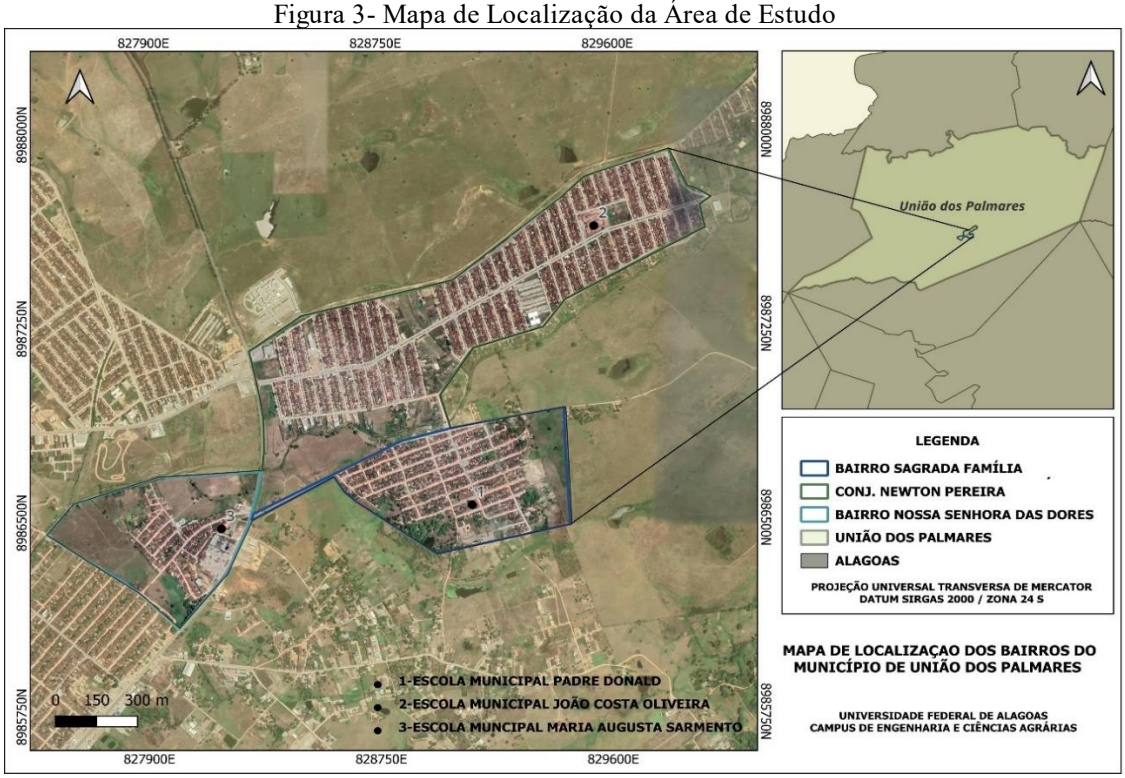
3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Área de Estudo

União dos Palmares é um município brasileiro situado no estado de Alagoas, está localizado ao norte da capital alagoana, a aproximadamente 73 quilômetros de distância. De acordo com o Censo Demográfico de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua população é de 59.280 habitantes, o que o posiciona como o sexto município mais populoso de Alagoas e o primeiro em sua microrregião. Sua área territorial é de cerca de 420 km², dos quais aproximadamente 26,25 km² correspondem à zona urbana.

Quanto a sua configuração territorial, a cidade de União dos Palmares se encontra dividida em 18 bairros, o Bairro Newton Pereira, é decorrentes da enchente ocorrida em 2010, que provocou significativas transformações na organização espacial da cidade. Atualmente, esse novo bairro abriga centenas de famílias, em sua maioria compostas por um elevado número de membros. Já os Bairros Sagrada Família e Nossa Senhora das Dores (Vaquejada) estão nas Zonas Especiais de Interesse Sociais (ZEIS), que são áreas destinadas à aplicação de políticas sociais para implantação de projetos que assegurem a ordenação fundiária das famílias de baixa renda.

Figura 3- Mapa de Localização da Área de Estudo

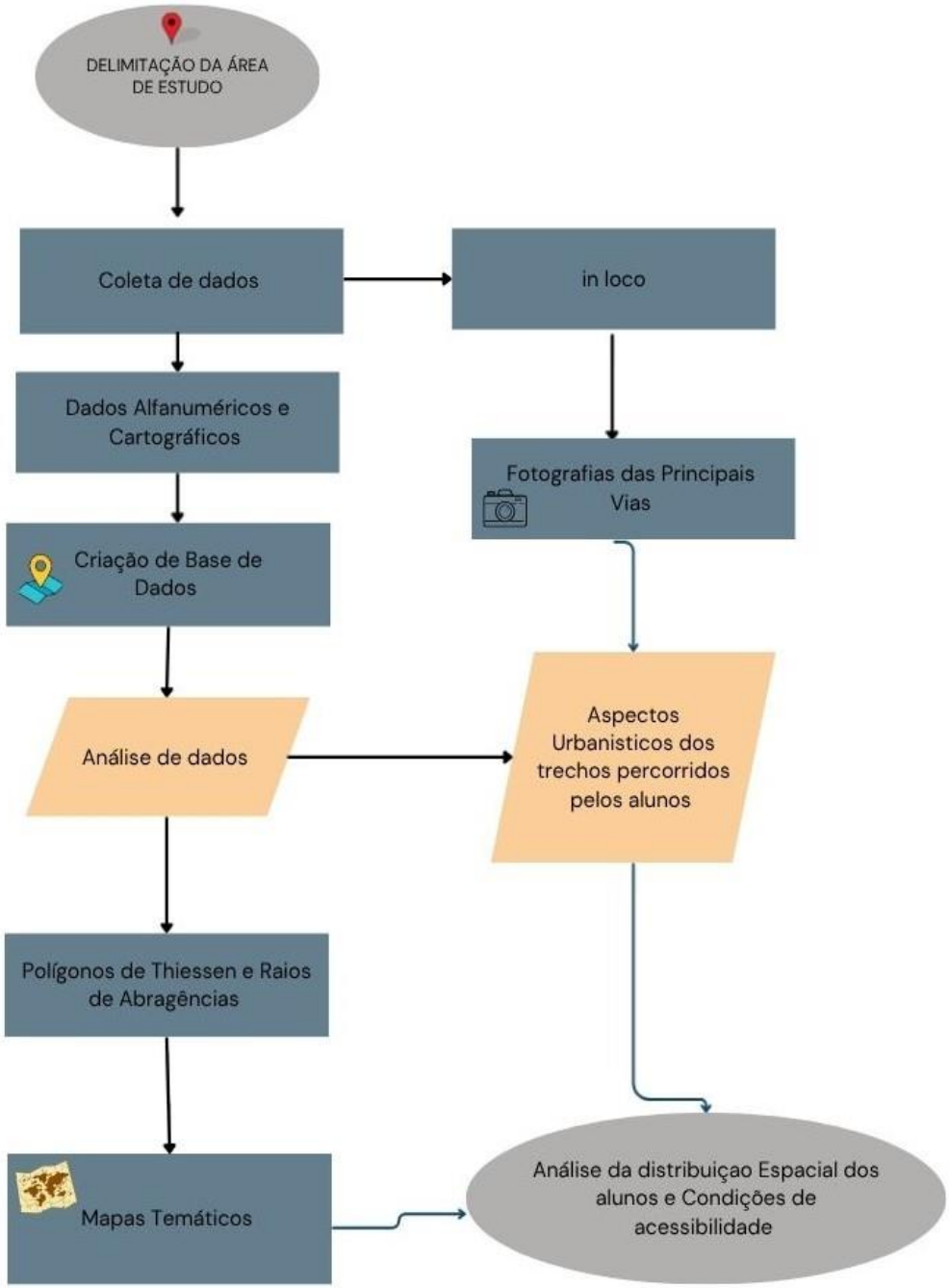


Fonte: Autora (2025)

3.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada neste estudo será descrita em etapas, conforme apresentado no fluxograma da Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos.



Fonte: Autora (2025).

3.3 Aquisição de Dados Alfanuméricos

Por intermédio da Secretaria Municipal de Educação (SEMED) do município, foi possível obter informações referentes às Instituições de Ensino, as quais disponibilizaram a localização das Escolas de Ensino Fundamental situadas na região. Com base nesses dados, foram selecionadas três escolas para a realização do estudo.

Em relação aos dados referentes aos discentes, verificou-se que estes somente poderiam ser acessados nas secretarias das escolas selecionadas. As informações encontravam-se armazenadas em fichas cadastrais, devidamente organizadas em arquivos físicos. Nessas fichas constavam dados como nome, data de nascimento, endereço e filiação. Contudo, observou-se que algumas delas apresentavam lacunas, especialmente quanto às informações de endereço dos alunos. Tal situação resultou na impossibilidade de localizar determinado número de alunos.

3.4 Aquisição de Dados Cartográficos

O município de União dos Palmares ainda não dispõe de uma base cartográfica consolidada, estando essa em processo de elaboração. Por intermédio da Secretaria Municipal de Planejamento, foram disponibilizados os limites dos bairros da cidade em arquivo digital no formato DWG, referenciado ao sistema geodésico SIRGAS 2000.

A partir dessas informações, foi possível delimitar as áreas de abrangência das escolas selecionadas, bem como identificar sua localização em relação aos bairros do município. Os dados disponibilizados em formato DWG foram posteriormente convertidos e processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando a representação espacial das instituições de ensino e a análise geográfica dos dados obtidos.

3.5 Localização das Escolas

Os dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Educação (SEMED), referentes às escolas, foram disponibilizados em formato de planilha contendo os nomes e endereços das instituições. No entanto, para que essas informações pudessem ser utilizadas na análise espacial, foi necessário proceder à localização geográfica das escolas no ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para essa finalidade, utilizou-se o *software* gratuito *Google Earth Pro* que possibilitou a identificação e marcação dos pontos correspondentes às escolas no território municipal. Após a localização, cada escola foi representada por meio de pontos georreferenciados, permitindo a visualização espacial de sua distribuição.

Em seguida, os pontos foram exportados em formato KML, que posteriormente foi convertido e importado para o ambiente SIG, utilizando o *software QGIS*, versão 3.40.4. Essa integração entre as ferramentas permitiu a consolidação dos dados geográficos, possibilitando a elaboração de mapas temáticos e análises espaciais. No quadro 1, são apresentadas as escolas que foram localizadas.

Quadro 1 – Identificação das escolas municipais na área de estudos.

ID	**Escola**	**Bairro**
1	Escola Municipal João Costa	Newton Pereira
2	Escola Municipal Maria Augusta Duarte Sarmento	Nossa Senhora das Dores
3	Escola Municipal Padre Donald	Sagrada Família

Fonte: Autora (2025).

3.6 Localização dos Alunos

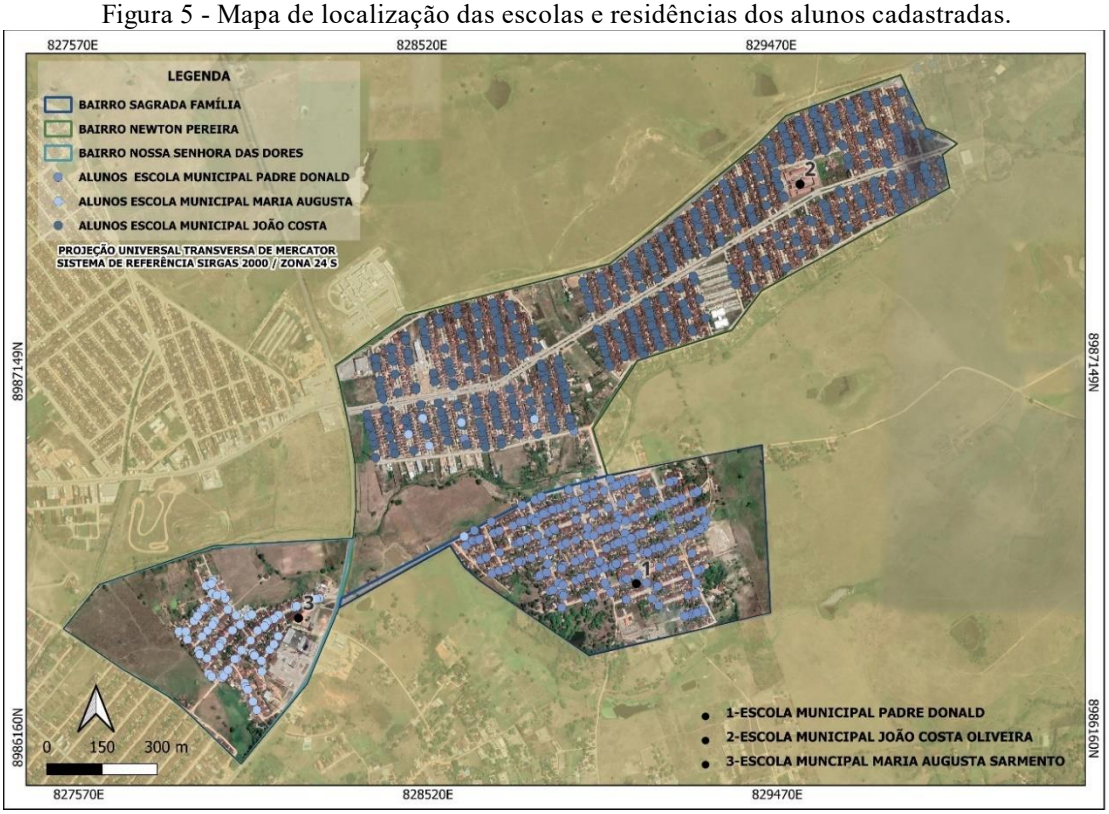
O mesmo procedimento metodológico foi adotado para os dados referentes aos alunos. Inicialmente, os endereços foram organizados em planilhas eletrônicas no *software Microsoft Excel*, visto que as informações se encontravam apenas em formato físico nas respectivas secretarias das escolas.

Com as planilhas estruturadas contendo os endereços dos alunos, procedeu-se à sua localização geográfica utilizando o mesmo método aplicado para as escolas. Nesse processo, empregou-se o *software Google Earth Pro* para identificar e marcar a posição espacial de cada aluno, gerando pontos georreferenciados correspondentes às suas residências.

Posteriormente, esses pontos foram exportados em formato KML e importados para o ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) no software *QGIS*, versão 3.40.4. No *QGIS*, na tabela de atributos referente à localização dos alunos, foi utilizada a

ferramenta de criação de campos por meio do complemento *Field Calculator*, com o intuito de gerar um novo campo contendo as coordenadas X e Y de cada ponto. Essa operação possibilitou a obtenção da posição geográfica de cada aluno, sendo uma etapa importante para as análises espaciais subsequentes, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Mapa de localização das escolas e residências dos alunos cadastradas.



Fonte: Autora (2025).

A Tabela 2 apresenta a distribuição do número de alunos matriculados e dos cadastros realizados conforme a coleta das informações nas escolas. A análise dos dados evidencia que a Escola Municipal Maria Augusta Duarte apresenta o maior número proporcional de alunos não localizados, totalizando 82 estudantes, o que representa 52% do total de matrículas. Esse elevado percentual está diretamente relacionado à ausência de dados completos nas fichas cadastrais, dificultando o georreferenciamento e, consequentemente, a análise espacial da distribuição dos alunos.

Tabela 1 – Distribuição dos alunos matriculados, localizados e não localizados nas escolas públicas municipais.

Escolas	**Nº de alunos matriculados (1º a 5º ano)**	**Nº de alunos localizados**	**Nº de alunos não localizados**
Escola Municipal Maria Augusta Duarte	157	75	82
Escola Municipal Padre Donald	246	205	41

Escola Municipal João Costa de Oliveira	565	532	30

Fonte: Autora (2025)

Na Escola Municipal Padre Donald, foram localizados 205 alunos, o que corresponde a 83% do total de matriculados, indicando uma boa qualidade das informações cadastrais e maior eficiência no processo de localização espacial. Já a Escola Municipal João Costa de Oliveira apresenta o total de 565 alunos matriculados, sendo que apenas 30 alunos não foram localizados, pois não estavam dentro da área de estudo.

A inexistência de endereços completos ou de informações geográficas adequadas, especialmente na Escola Maria Augusta Duarte, limitou a capacidade de mapeamento e interpretação da distribuição dos alunos. Essa limitação ressalta a importância da padronização e atualização dos cadastros escolares, a fim de garantir maior acurácia e representatividade nas análises espaciais aplicadas ao planejamento educacional.

3.7 Processamento dos Dados

Os procedimentos de pré-processamento de dados foram realizados de modo a assegurar a organização, a consistência e a conformidade dos mesmos para as análises espaciais subsequentes. Tais operações garantiram que os dados estivessem devidamente estruturados, possibilitando a execução de análises precisas e a geração de mapas temáticos

3.7.1 Polígonos de Thiessen

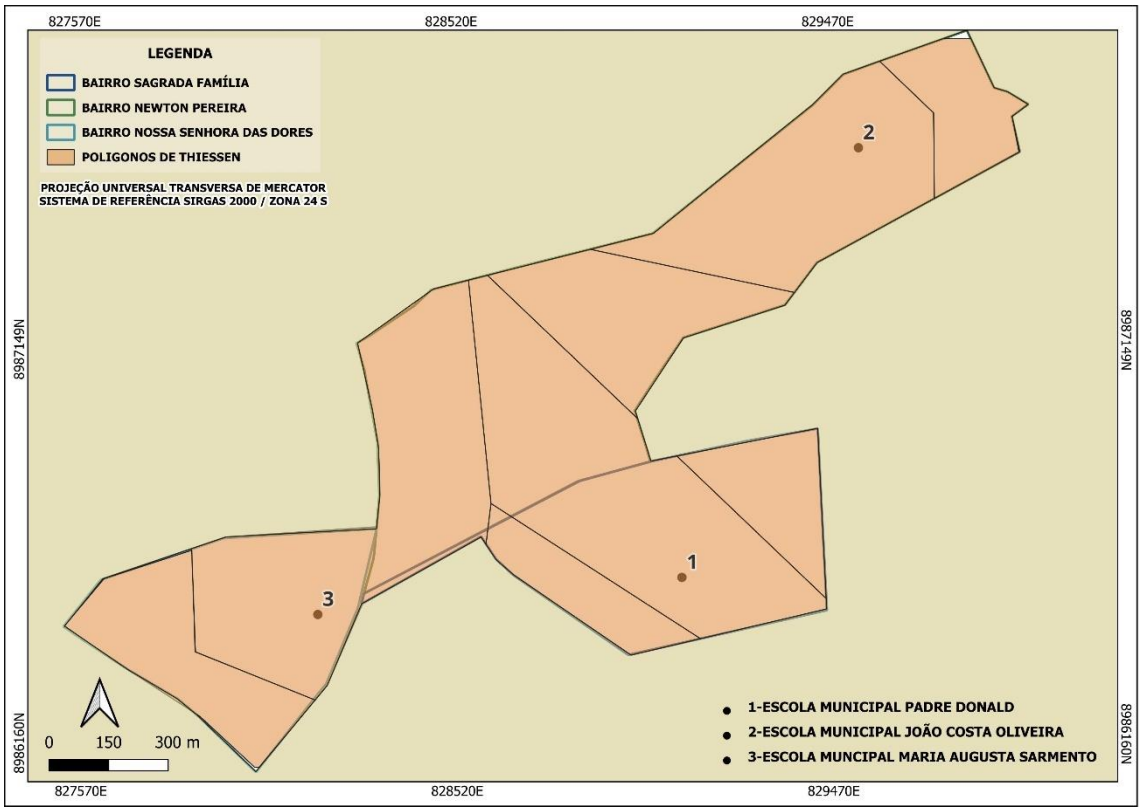
Para a análise espacial da distribuição das escolas e dos alunos, foi adotada a técnica de geração dos Polígonos de Thiessen, também conhecidos como diagramas de Voronoi desenvolvidos pelo autor em 1911. Essa técnica consiste na divisão do espaço em regiões, de forma que cada ponto georreferenciado seja associado a uma área de influência, compreendendo todas as localizações mais próximas a esse ponto em relação aos demais.

No ambiente do QGIS (versão 3.40.4), utilizou-se a função "*Voronoi Polygons*", disponível na caixa de ferramentas do *software*, para a geração dos polígonos. O processo foi realizado a partir dos pontos correspondentes às três escolas selecionadas.

Inicialmente, foram criados três polígonos, cada um associado a uma instituição. No entanto, constatou-se que tais polígonos não recobriam integralmente a área de interesse.

Para solucionar essa limitação, foram adicionados mais três pontos ao entorno da região estudada, garantindo a formação de polígonos adicionais capazes de cobrir toda a área de análise. Ressalta-se que, nesse procedimento, não se utilizou a delimitação individual dos bairros, mas sim a área total considerada, da união dos três bairros, conforme a figura 6.

Figura 6- Interseção entre a camada da área de estudos e os Polígonos gerados.



Fonte: Autora (2025).

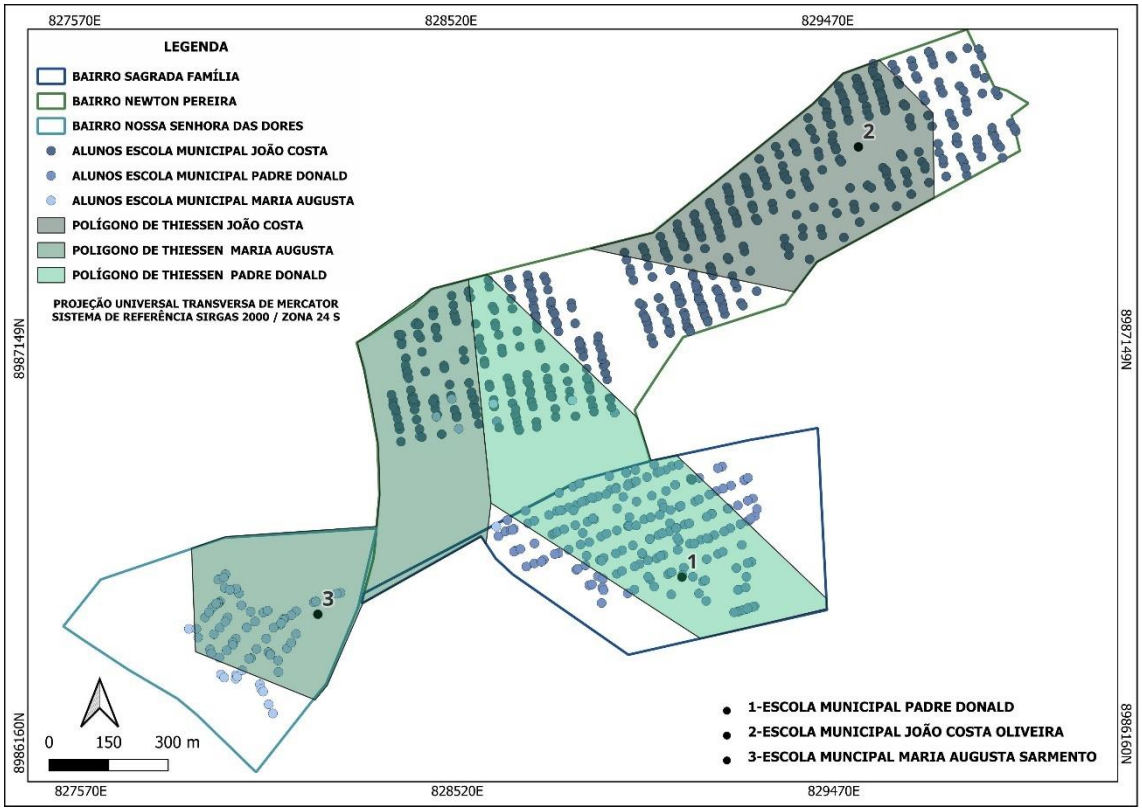
Essa abordagem possibilitou a delimitação completar das áreas de influência das escolas, permitindo avaliar com maior precisão a cobertura espacial da rede escolar.

3.7.2 Análise da Cobertura Territorial e Áreas de Influência dos Polígonos de Thiessen

No que se refere à distribuição espacial dos alunos, verificou-se que os pontos representando as localizações georreferenciadas dos estudantes encontram-se majoritariamente concentrados dentro das áreas correspondentes às respectivas escolas,

conforme a lógica de proximidade que fundamenta o método de Thiessen (THIESSEN, 1911). Essa coerência espacial confirma a pertinência da técnica para a identificação das zonas de influência e atendimento escolar, permitindo visualizar com clareza os limites territoriais de cada instituição (Figura 7).

Figura 7 - Distribuição de alunos de acordo com área de influência de cada polígono.



Fonte: Autora (2025)

3.7.3 Percentual de Alunos por Caminhabilidade

Para avaliar a caminhabilidade dos alunos do ensino fundamental nos bairros da área de estudo, foi utilizada uma análise espacial no ambiente do QGIS (versão 3.40.4). O procedimento consistiu na aplicação do complemento "*Multi Ring Buffer*", que permitiu gerar anéis concêntricos de 250 e 500 metros ao redor das escolas.

Esses raios definiram zonas de influência correspondentes à alta (até 250 m) e média (até 500 m) caminhabilidade. As áreas situadas além de 500 metros foram classificadas como de baixa caminhabilidade, representando maior dependência de transporte motorizado.

Em seguida, os *buffers* foram sobrepostos aos pontos de residência dos alunos para calcular o percentual inserido em cada faixa de distância. Essa metodologia, fundamentada em Brau, Merce e Tarragó (1980), e adaptada por Oliveira (2007), considerando que a acessibilidade está associada à distância aos serviços.

Tabela 2 - Faixas de abrangência aos serviços educacionais.

Nível de Acessibilidade	**Ensino Infantil** Distância (m)	**Ensino Fundamental** Distância (m)	**Ensino Médio** Distância (m)
Excelente	Menos de 250 m	Menos de 250 m	Menos de 500 m
Ótima	250 ⊣ 500 m	250 ⊣ 500 m	500 ⊣ 1000 m
Regular	500 ⊣ 750 m	500 ⊣ 750 m	1000 ⊣ 2000 m
Baixa	750 ⊣ 1000 m	750 ⊣ 1000 m	2000 ⊣ 3000 m
Péssima	Acima de 1000 m	Acima de 1000 m	Acima de 3000 m

Fonte: Brau, Merce e Tarrago (1980), adaptado por Oliveira (2007).

3.7.4 Percentual de Alunos por Tempo de Caminhada

Conforme sugerido por Pegoretti e Sanches (2004), foram analisadas as distâncias percorridas pelos alunos à pé, variando entre 100 a 500 metros, considerando um tempo máximo estimado de 30 minutos para o deslocamento até as escolas da área de estudo.

3.7.5 Aspectos Urbanísticos das Vias dos Percursos

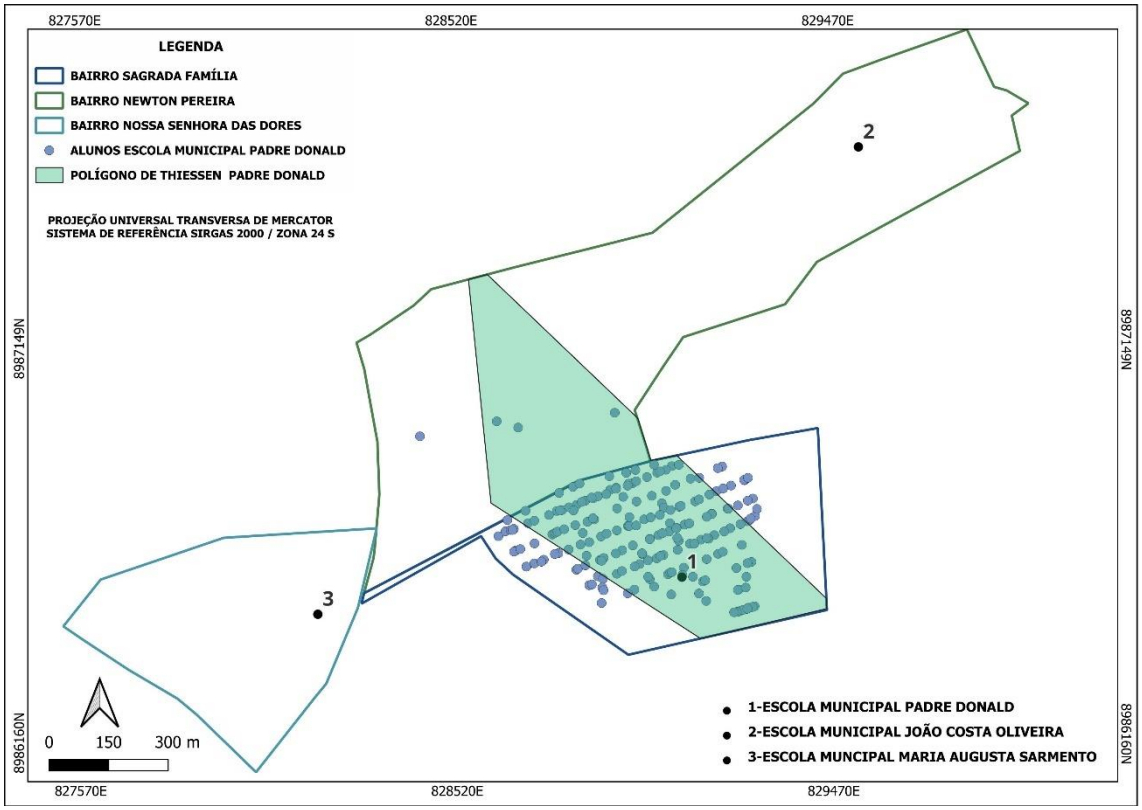
As condições das vias urbanas percorridas pelos alunos foram avaliadas por meio de um levantamento fotográfico *in loco* considerando as diretrizes estabelecidas pela NBR 9050/2020. De acordo com a norma, para que uma rota seja caracterizada como acessível, é imprescindível que exista um percurso contínuo, desobstruído e adequadamente sinalizado, capaz de interligar diferentes ambientes internos e externos, assegurando a autonomia de deslocamento dos usuários. No caso das rotas acessíveis externas, estas compreendem elementos como calçadas, rampas, áreas de estacionamento, faixas de travessia de pedestres, escadas e passarelas.

4. RESULTADOS

4.1 Análise espacial da distribuição dos alunos na Escola Municipal Padre Donald

A Figura 8, apresenta a região do Bairro Sagrada Família, evidenciando o polígono de Thiessen e sua respectiva área de influência. A Escola Municipal Padre Donald possui uma área de influência de aproximadamente 0,33 km², atendendo predominantemente alunos do Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano). Do total de 205 alunos localizados, 160 encontram-se dentro da área de influência da unidade escolar, enquanto 45 estão fora dessa área.

Figura 8 - Polígono de Thiessen da Escola Municipal Padre Donald.



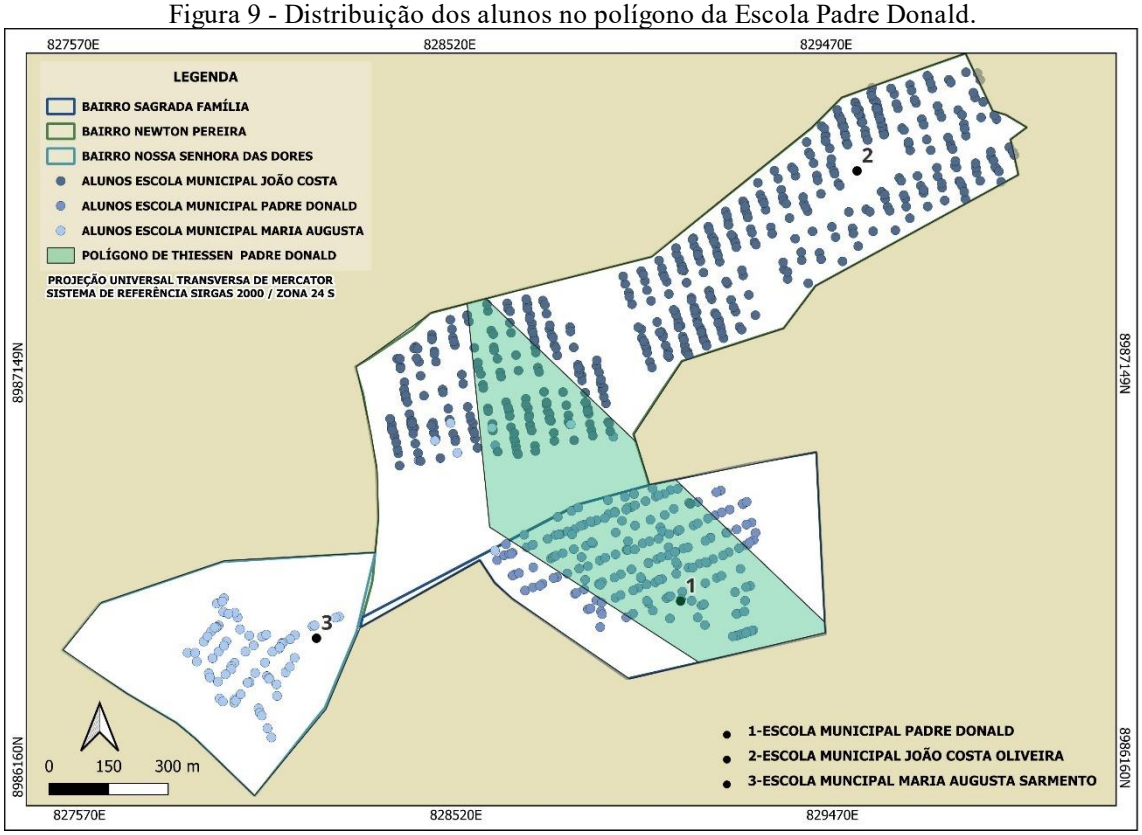
Fonte: Autora (2025).

Essa configuração espacial mostra que a maior parte desses alunos residem nas proximidades da escola, demonstrando que a delimitação territorial adotada está adequada para o atendimento escolar, o que demonstra que a escola concentra boa parte da demanda em uma área relativamente pequena, corroborando com o fato de ser uma unidade de referência do local.

Os alunos localizados fora do polígono não estão distantes, mas sim próximos às bordas da área de influência. Isso indica que, apesar de estarem fora do limite definido pelo Polígono de Thiessen, esses estudantes ainda mantêm expressiva vinculação espacial com a escola. De forma geral, a análise revela que a escola está bem posicionada para atender a maior parte da população de alunos do Fundamental I. Ao mesmo tempo, aponta a necessidade de atenção aos estudantes que residem nas áreas de borda, pois esses estudantes, poderiam se enquadrar no que prevê o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), que assegura o direito de acesso à escola pública e gratuita próxima da residência

Apesar da delimitação da área de influência indicar a Escola Padre Donald como a unidade educacional mais próxima, observa-se que parte dos alunos residentes nessa área de influência está matriculada em outras instituições. Dessa forma, foram identificados 77 alunos matriculados a Escola João Costa e 2 alunos vinculados à Escola Maria Augusta. Esse cenário revela que a proximidade geográfica, embora relevante, não é o único fator determinante na escolha da escola, como pode-se observar na Figura 9.

Figura 9 - Distribuição dos alunos no polígono da Escola Padre Donald.



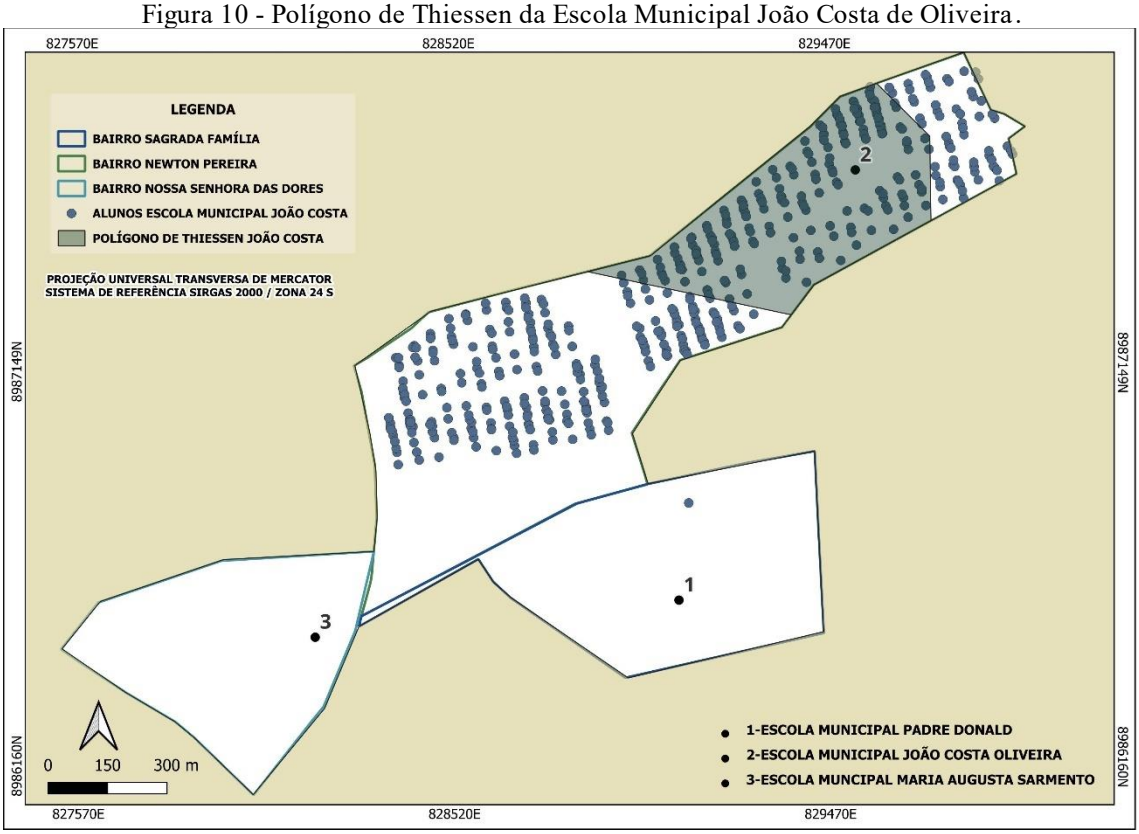
Fonte: Autora (2025).

Ademais, verifica-se que os alunos matriculados nas escolas João Costa e Maria Augusta residem em bairros distintos, respectivamente Newton Pereira e Nossa Senhora das Dores, localizados fora da área de influência direta dessas unidades.

4.2 Análise espacial da distribuição dos alunos na Escola Municipal João Costa de Oliveira.

A Figura 10 apresenta o Bairro Newton Pereira com a delimitação do polígono de Thiessen e a área de influência. A Escola Municipal João Costa de Oliveira apresenta uma área de influência estimada em aproximadamente 0,23 km², abrangendo em sua maioria alunos do Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano). Dos 532 estudantes geolocalizados, 198 residem dentro dessa área, enquanto 334 encontram-se fora de seus limites. A distribuição espacial dos alunos é considerada intermediária, em relação as outras escolas, com uma concentração que, possivelmente, acompanha os principais eixos viários urbanos.

Figura 10 - Polígono de Thiessen da Escola Municipal João Costa de Oliveira.



Fonte: Autora (2025).

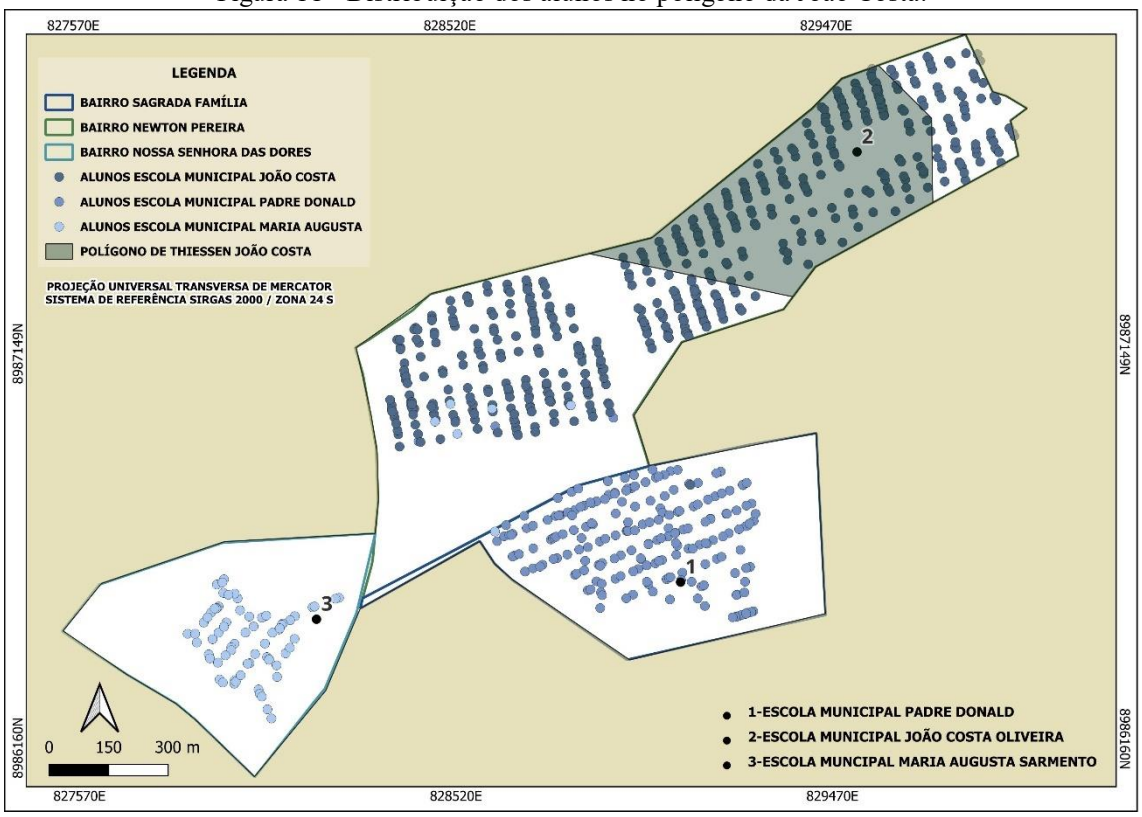
O polígono de Thiessen contém, em sua área, apenas alunos pertencentes à própria escola, o que reforça a ideia de fidelidade territorial. Dessa forma, a instituição atende, de acordo com a delimitação espacial do polígono, aos estudantes efetivamente matriculados nela. Então podemos afirmar que o polígono de Thiessen não captura preferências como por exemplo ser a necessidade de uso de transporte escolar ou a capacidade da escola.

Apesar de a distribuição espacial das escolas apresentar uma excelente cobertura territorial, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) assegura o direito de acesso à escola pública e gratuita próxima da residência. Considerando esse princípio, observa-se que a atual distribuição não atende plenamente a essa determinação, uma vez que grande parte dos estudantes se encontra a uma distância considerável das instituições de ensino.

A análise dos estudantes localizados fora da área de influência revela que a maioria reside nas primeiras quadras do bairro, sendo que parte destas está inserida na área de influência da Escola Municipal Padre Donald, conforme indicado na Figura 8.

Na Figura 11, observa-se que dentro do polígono correspondente à Escola João Costa, estão concentrados exclusivamente alunos matriculados nessa instituição.

Figura 11 - Distribuição dos alunos no polígono da João Costa.

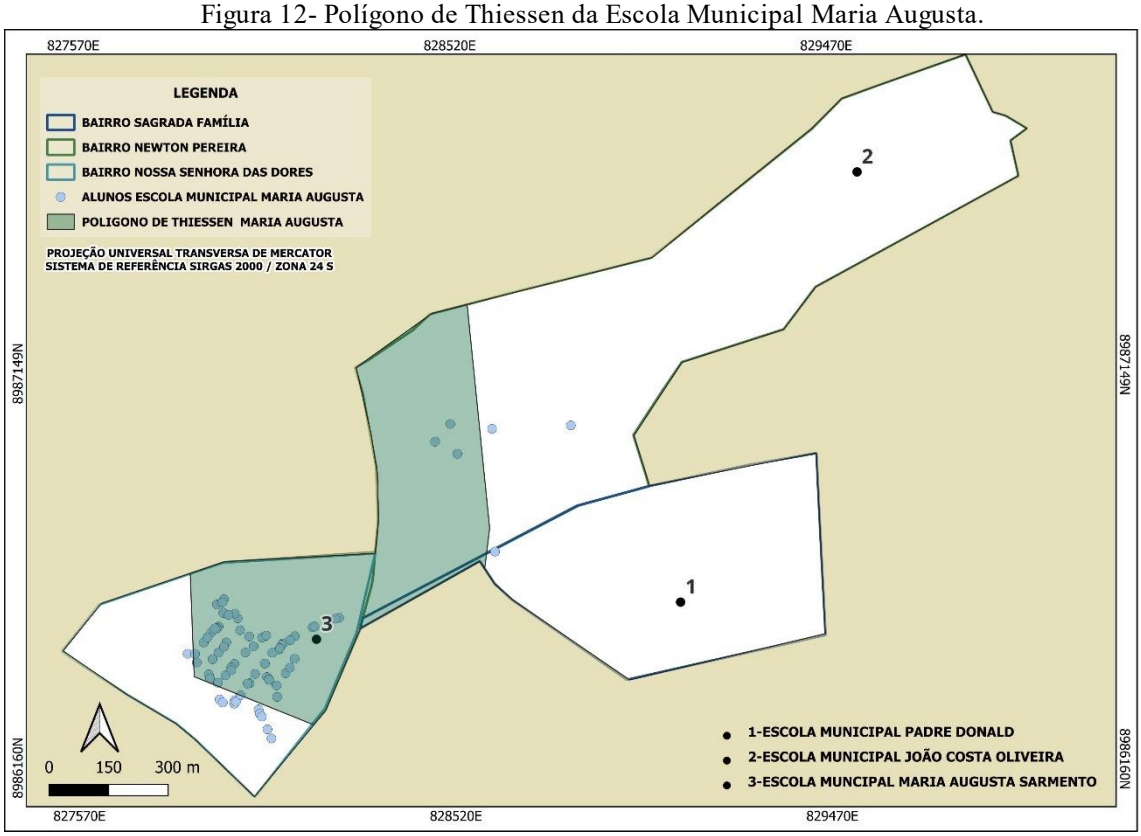


Fonte: Autora (2025).

4.3 Análise espacial da distribuição dos alunos na Escola Municipal Maria Augusta Duarte Sarmento.

A Figura 12, apresenta a área correspondente ao Bairro Nossa Senhora das Dores, destacando o polígono de Thiessen e sua respectiva área de influência. A Escola Maria Augusta apresenta uma área de influência de 0,33 km², atendendo alunos do Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano). Foram identificados 75 alunos residentes dentro dessa área, de um total de 157 alunos com fichas cadastrais na instituição.

Figura 12- Polígono de Thiessen da Escola Municipal Maria Augusta.



Fonte: Autora (2025).

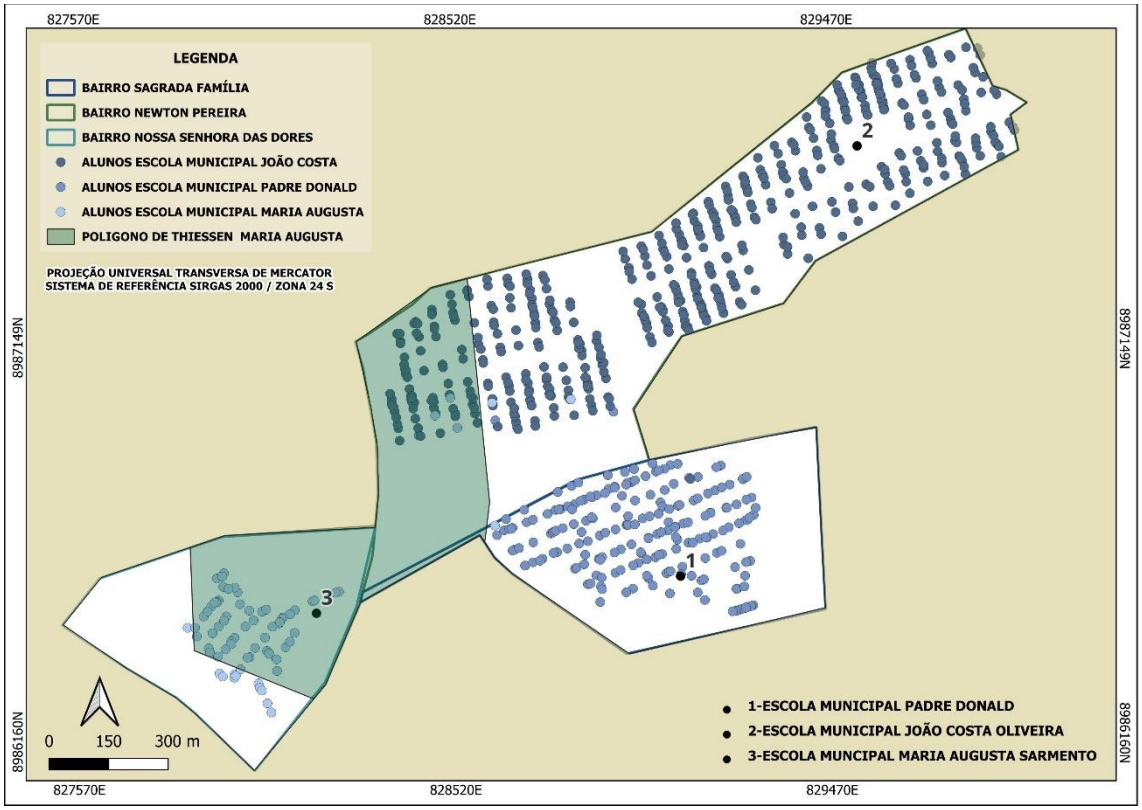
Essa distribuição indica que a maior parte dos estudantes reside nas proximidades da escola, o que resulta em menor densidade de pontos e caracteriza uma área de influência ampla, porém menos populosa. Observa-se, ainda, que seis alunos residem em bairros distintos dos demais, dentre esses, três encontram-se inseridos dentro da área de influência da escola.

Em relação aos estudantes localizados fora do polígono de Thiessen, foi identificado um total de 14 alunos. Nota-se que a maioria desses alunos se encontra

relativamente próximo da região delimitada, o que pode ser explicado pelo fato de que os polígonos de Thiessen, embora úteis para representar áreas de abrangência, podem mascarar pequenos aglomerados de alunos. Apesar desses alunos estarem fora dos limites do polígono, encontram-se à curtas distâncias por via urbana, ainda que mais distantes em linha reta.

Ao analisar a Figura 13, observa-se que a área de influência da Escola Maria Augusta abrange também alunos matriculados na Escola João Costa, localizada no Bairro Newton Pereira. No total, 76 alunos encontram-se inseridos nessa área de influência. Isso soma um total de 137 alunos dentro da área de influência.

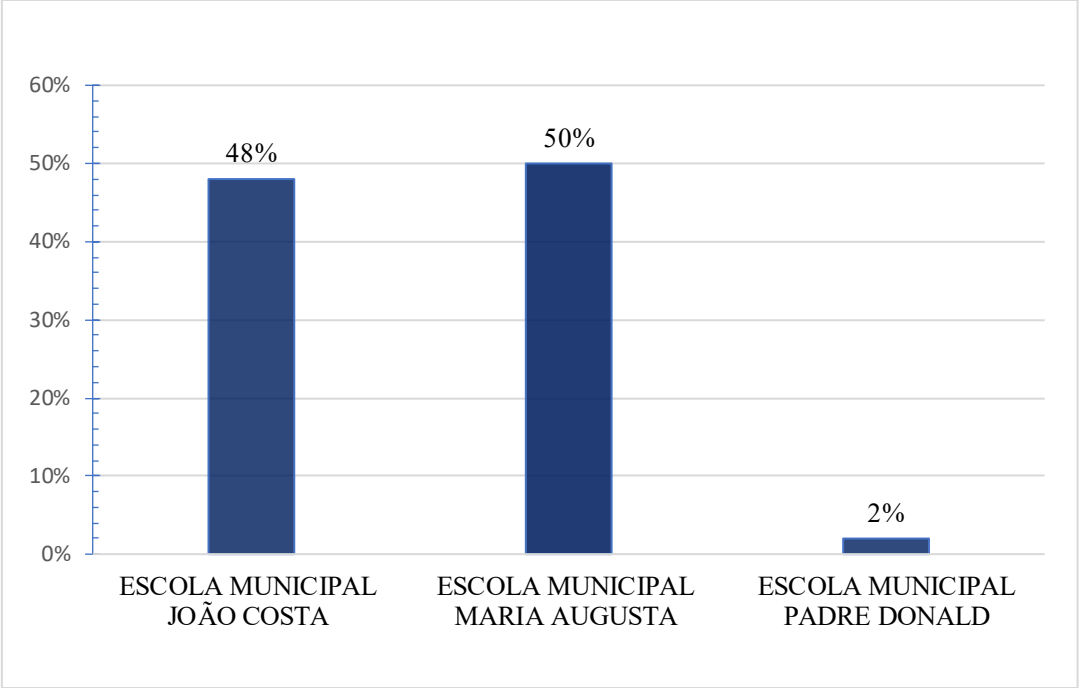
Figura 13 - Distribuição dos alunos no polígono da Escola Maria Augusta.



Fonte: Autora (2025).

O Gráfico 1 mostra o percentual da distribuição de alunos na área de influência na região, dentro da área de influência da Escola Municipal Maria Augusta, 50% dos alunos pertencem à própria instituição, enquanto 48% estão matriculados na Escola Municipal João Costa de Oliveira e 2% da Escola Padre Donald.

Gráfico1- Percentual da distribuição de alunos.



Fonte: Autora (2025).

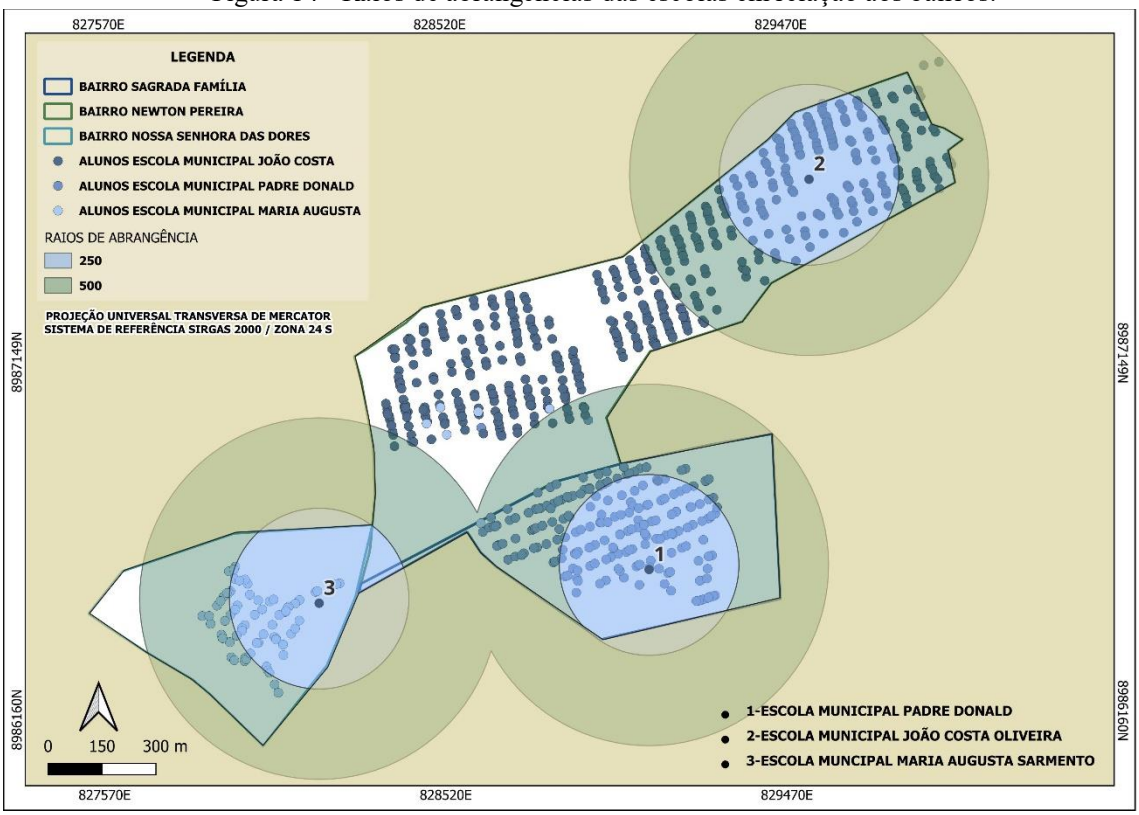
4.4 Análise do Percentual de Alunos por Caminhabilidade das Escolas João Costa, Maria Augusta e Padre Donald

A análise da distribuição espacial dos alunos das Escolas Municipais Padre Donald, João Costa de Oliveira e Maria Augusta Sarmento, apresentada na Figura 14, evidencia uma elevada sobreposição entre as zonas de influência das escolas Padre Donald e Maria Augusta, o que indica uma cobertura educacional contínua e bem distribuída. Em contrapartida, a Escola João Costa de Oliveira apresenta maior dispersão de seus alunos, com uma parcela significativa residindo fora do raio de 500 metros. Essa condição implica menor caminhabilidade e maior dependência de transporte escolar, refletindo uma necessidade ampliada de deslocamento motorizado.

Observa-se ainda que 93% dos alunos da Escola Maria Augusta Sarmento e 99% dos alunos da Escola Padre Donald encontram-se dentro do raio de até 500 metros, o que reforça a eficiência espacial e a boa acessibilidade dessas instituições. Apenas 7% e 1%, respectivamente, estão fora da área de cobertura, sem inserção em outras zonas de 44 atendimento escolar, sendo cinco estudantes da Escola Maria Augusta e três da Escola Padre Donald. Esses resultados reforçam a adequação da análise de caminhabilidade realizada, fundamentada na metodologia de Brau, Merce e Tarragó (1980), adaptada por

Oliveira (2007), a qual classifica como de excelente acessibilidade os raios de abrangência de até 250 metros, e como de ótima acessibilidade aqueles de até 500 metros.

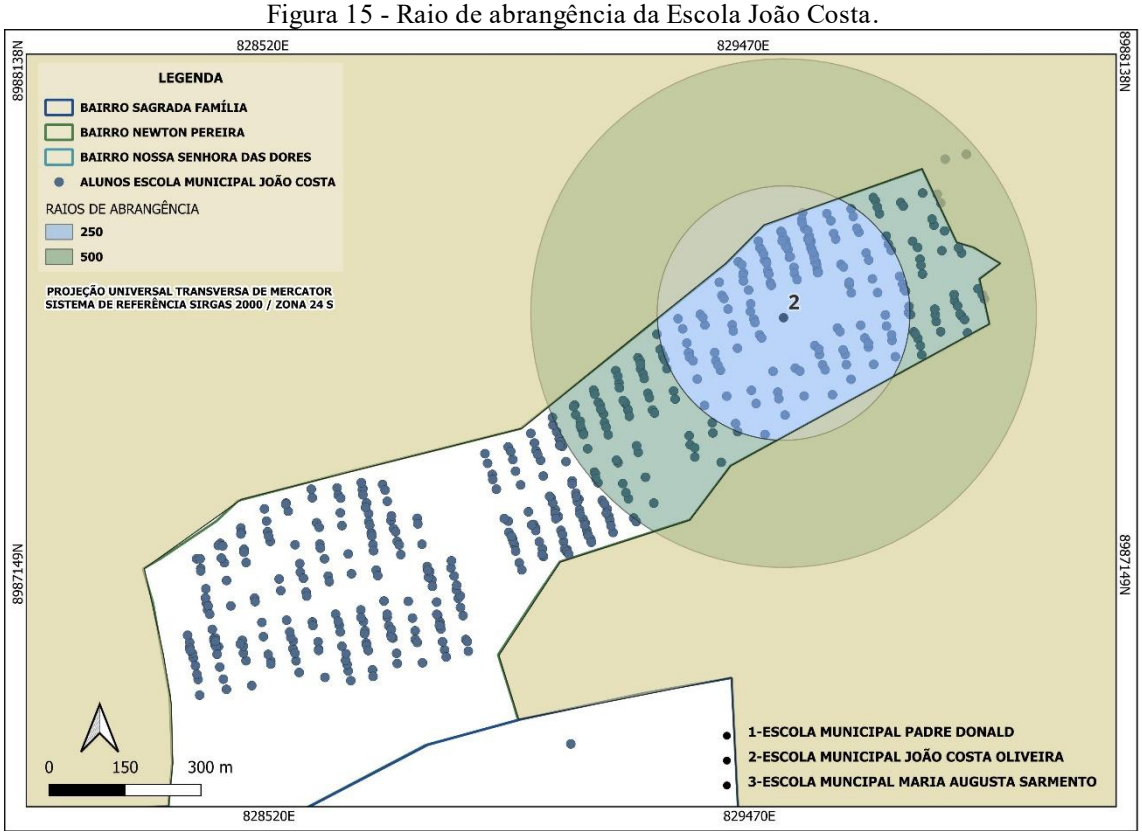
Figura 14 - Raios de abrangências das escolas em relação aos bairros.



Fonte: Autora (2025).

Na Figura 15, é possível observar o raio de abrangência da Escola João Costa. Verifica-se que 280 alunos residem fora dessa área, enquanto 252 alunos estão dentro do raio de atendimento. Devido à grande extensão territorial e à ampla dispersão dos estudantes, nota-se que a escola não consegue atender a todos os alunos da região nas mesmas classificações das demais.

Figura 15 - Raio de abrangência da Escola João Costa.



Fonte: Autora (2025).

4.5 Análise do tempo de caminhada no percurso domicílio-escola a partir da distribuição espacial

Além da análise referente ao atendimento dos serviços educacionais, foi realizada uma avaliação do tempo de caminhada no trajeto entre o domicílio e a escola, considerando a distribuição espacial e a localização relativa das unidades de ensino em relação às áreas residenciais. Essa análise permitiu compreender a relação entre a oferta educacional e a mobilidade cotidiana dos estudantes, observando a adequação da malha urbana e da infraestrutura viária para o deslocamento a pé.

A verificação do tempo gasto no percurso possibilitou identificar zonas com maior ou menor acessibilidade às escolas, revelando desigualdades espaciais que podem impactar diretamente o conforto, a segurança e a frequência escolar dos alunos. Tempos de deslocamento reduzidos tendem a favorecer o acesso à educação, sobretudo em áreas de menor renda, enquanto percursos longos podem indicar carência de equipamentos públicos próximos ou barreiras físicas na área urbana, como vias de tráfego intenso, declividades acentuadas ou ausência de calçadas adequadas. Dessa forma, este indicador contempla informações relevantes à melhor distribuição da oferta de equipamentos públicos de educação.

4.5.1 Escola Municipal João Costa

A análise do tempo de caminhada dos alunos da Escola Municipal João Costa evidencia a relação entre distância percorrida e tempo estimado de deslocamento. Observa-se que a maior concentração de estudantes se encontra a uma distância de 200 m da escola, correspondendo a 94 alunos, com tempo médio de deslocamento de aproximadamente 12 minutos e de menor concentração a uma distância de 100 m, com apenas 16 alunos. Em seguida, há uma redução gradual no número de alunos à medida que a distância aumenta, indicando que 61 alunos percorrem 300 m e gastam 18 minutos. Para a distância de 400 m, 48 alunos gastam 24 minutos no percurso domicílio-escola, enquanto que 33 percorrem 500 m, gastando 30 minutos, conforme evidencia a tabela 3.

Tabela 3- Alunos por Tempo de Caminhada da Escola João Costa

Distância percorrida (m)	**Número de alunos**	**Tempo médio de caminhada (min)**
100	16	6
200	94	12
300	61	18
400	48	24
500	33	30

Fonte: Autora (2025).

Esse padrão sugere que a localização da escola atende de forma mais significativa aos estudantes que residem em um raio mais próximo, especialmente entre 100 e 200 metros. Conforme Pegoretti e Sanches (2004) indicam que o limite de 500 metros representa uma faixa de caminhabilidade compatível com as condições urbanas locais.

4.5.2 Escola Municipal Maria Augusta

Para a Escola Municipal Maria Augusta foi possível constatar que o tempo de caminhada dos alunos da Escola Maria Augusta concentra-se em sua maioria de estudantes que residem a uma distância de 300 metros como apresenta a tabela 4. Este percurso totaliza 39 alunos, com tempo médio de deslocamento estimado em 18 minutos.

Para a mesma escola, foi verificado que 17 alunos percorrem 200 metros e gastam um tempo de 12 minutos no percurso domicílio-escola. Para um raio de 100 metros de distância, a concentração resultou em 10 alunos que gastam 6 minutos de caminhada. Já em distâncias maiores, a presença de estudantes é reduzida, sendo apenas 3 alunos a 400 metros, que gastariam 24 minutos, e 1 aluno a 500 metros que levaria cerca de 30 minutos no percurso de caminhada.

Tabela 4- Alunos por Tempo de Caminhada da Escola Maria Augusta.

Distância percorrida (m)	**Número de alunos**	**Tempo médio de caminhada (min)**
100	10	6
200	17	12
300	39	18
400	3	24
500	1	30

Fonte: Autora (2025)**.**

Pode-se afirmar que esse comportamento indica que a maior parte da comunidade escolar se localiza em um raio intermediário, entre 200 e 300 metros da instituição. A baixa concentração de alunos em áreas mais afastadas evidencia que a maioria dos alunos estão dentro de uma faixa de tempo de caminhada considerada admissível, ou seja, com deslocamento à pé confortável para realizar o percurso domicílio-escola.

4.5.3 Escola Municipal Padre Donald

A análise dos dados referentes ao tempo de deslocamento dos alunos da Escola Padre Donald evidencia que 70 alunos residem a aproximadamente 200 metros da instituição. Na faixa de 300 metros, observa-se ainda um quantitativo expressivo de 69 alunos. A partir dessa distância, nota-se uma redução progressiva no número de discentes, contabilizando-se 26 alunos na faixa de 400 metros e apenas 12 alunos a 500 metros de distância, conforme ilustrado na tabela 5

Tabela 5- Alunos por Tempo de Caminhada da Escola Padre Donald

Distância percorrida (m)	Número de alunos	Tempo médio de caminhada (min)
100	25	6
200	70	12
300	69	18
400	26	24
500	12	30

Fonte: Autora (2025).

De modo geral, os resultados indicam que a maior parte dos alunos mora a menos de 300 metros da escola, o que revela uma boa acessibilidade e favorece o deslocamento a pé, contribuindo para a mobilidade sustentável e para a integração da comunidade escolar.

4.6 Aspectos Urbanísticos das Vias de Acesso às Escolas

De forma complementar à análise do tempo de caminhada, foi desenvolvida uma avaliação dos aspectos urbanísticos nos percursos realizados pelos estudantes entre o domicílio e a escola. Essa etapa permitiu identificar as condições de infraestrutura e acessibilidade ao longo dos principais trajetos, buscando compreender de que forma o ambiente urbano favorece ou limita a mobilidade segura e confortável dos alunos.

Para isso, foram realizadas visitas *in loco* nos bairros Sagrada Família, Newton Pereira e Nossa Senhora das Dores, abrangendo as vias que constituem os principais eixos de deslocamento até as unidades escolares. Durante o levantamento, foram observados diversos elementos do espaço urbano, tais como: a existência e continuidade das calçadas; rampas de acessibilidade; travessias de pedestres; sinalização horizontal e vertical; largura das vias; presença de áreas arborizadas e sombreamento; além da iluminação pública e das condições gerais de segurança viária.

As observações coletadas foram analisadas com base nos parâmetros técnicos definidos pela NBR 9050/2020, que estabelece critérios de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. A aplicação dessa norma possibilitou uma verificação do nível de adequação dos percursos, considerando aspectos como o

dimensionamento das calçadas, a inclinação das rampas, o piso tátil direcional e de alerta, e a ausência de barreiras arquitetônicas que possam dificultar o deslocamento de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

A análise revelou tanto trechos com boas condições de acessibilidade, onde o deslocamento a pé é facilitado, quanto pontos críticos, caracterizados por descontinuidades nas calçadas, falta de rampas, obstáculos físicos, acúmulo de resíduos ou trechos sem iluminação adequada.

Verificou-se que a maioria das calçadas que dão acesso à Escola Municipal João Costa, localizada no bairro Newton Pereira, apresenta largura mínima superior a 1,20 m, atendendo ao parâmetro estabelecido pela NBR 9050/2020 para circulação de pedestres e acessibilidade universal. Essa conformidade indica um padrão satisfatório de dimensionamento das vias de pedestres, permitindo o deslocamento confortável e simultâneo de duas pessoas, inclusive de usuários de cadeira de rodas.

Entretanto, a mesma condição não foi observada no bairro Nossa Senhora das Dores, onde as calçadas apresentam largura inferior ao mínimo recomendado de 1,20m, além de trechos com descontinuidades e obstruções causadas por mobiliário urbano inadequado, o pavimento das vias é predominantemente composto por calçamento irregular, com presença de buracos, desníveis e trechos danificados. Tais características comprometem a acessibilidade e a segurança dos pedestres, especialmente de crianças e pessoas com mobilidade reduzida, contrariando os parâmetros estabelecidos pela NBR 9050/2020, que preconiza a necessidade de superfícies regulares, firmes e estáveis para o deslocamento seguro de pedestres, como pode ser visualizado na Figura 16.

Figura 16 – Condições de infraestrutura das calçadas no Bairro Nossa Senhora das Dores.



Fonte: Autora (2025).

Na Figura 16, observa-se a inexistência da faixa livre em grande parte das calçadas que dão acesso à Escola Maria Duarte, localizada no bairro Nossa Senhora das Dores. A ausência desse elemento reduz significativamente as condições de mobilidade e segurança dos pedestres. Conforme a NBR 9050/2020, esses espaços devem ser contínuos, desobstruído e possuir superfície regular, firme e estável.

De acordo com a imagem da Figura 17, verifica-se que no bairro Sagrada Família, assim como no Newton Pereira apresentam vias principais pavimentadas e em bom estado de conservação, o que proporciona melhores condições de acessibilidade e conforto no deslocamento diário dos estudantes até as instituições de ensino locais. Essa infraestrutura adequada favorece a circulação de pedestres e veículos, reduzindo o risco de acidentes e contribuindo para um percurso mais seguro, especialmente nos horários de entrada e saída escolar.

Figura 17- Rua pavimentada do bairro Sagrada Família.



Fonte: Autora (2025).

No que se refere à sinalização viária, constatou-se que o bairros Newton Pereira, bem como no Sagrada Família apresentam sinalização horizontal e vertical em condições razoáveis, com faixas de pedestres visíveis e placas indicativas de limite de velocidade e travessia escolar, conforme pode ser visto na Figura 18. Esses elementos contribuem para a organização do fluxo de veículos e pedestres, favorecendo a segurança no entorno das unidades de ensino. No entanto, observou-se a necessidade de reforço e manutenção periódica da pintura das faixas de travessia, que em alguns trechos encontram-se desgastadas pelo tráfego e pela falta de conservação.

Já no bairro Nossa Senhora das Dores, verificou-se a ausência ou deficiência de sinalização adequada, tanto horizontal quanto vertical, principalmente nas vias de acesso à Escola Maria Duarte. A inexistência de faixas de pedestres, placas de advertência e dispositivos de redução de velocidade compromete a segurança viária dos estudantes, aumentando o risco de acidentes nos horários de maior movimento.

Figura 18 - Sinalização viária observada no percurso até a escola no bairro Newton Pereira.



Fonte: Autora (2025).

De acordo com os princípios de acessibilidade e mobilidade segura previstos na NBR 9050/2020 e no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a sinalização é um elemento essencial para a orientação dos pedestres e o controle do tráfego em áreas escolares. Assim, é importante que os gestores municipais possam investir na implantação e padronização da sinalização viária nas vias de acesso às escolas, incluindo faixas elevadas para travessia, placas de advertência, pintura reflexiva e dispositivos de redução de velocidade, de modo a promover deslocamentos mais seguros, acessíveis e inclusivos para os estudantes e para a população em geral.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise da relação entre a localização das escolas municipais e a distribuição espacial dos alunos do Ensino Fundamental I no município de União dos Palmares. Para isto, a metodologia considerou a utilização dos Polígonos de Thiessen que permitiram delimitar as áreas de influência das escolas João Costa de Oliveira, Maria Augusta Duarte Sarmento e Padre Donald, identificando zonas de atendimento, padrões de caminhabilidade e aspectos relacionados à acessibilidade dos alunos no trajeto para escola.

A falta de uma base cartográfica consolidada em União dos Palmares, demonstra a fragilidade da infraestrutura de dados geoespaciais do município. Uma base cartográfica oficial e atualizada é o alicerce para qualquer planejamento territorial e setorial eficaz.

Os resultados indicaram que as escolas Padre Donald e Maria Augusta apresentam maior concentração de alunos dentro de seus respectivos polígonos de influência e uma boa cobertura, em contrapartida a Escola João Costa de Oliveira apresenta maior dispersão dos alunos, mas tem uma excelente cobertura.

A taxa de alunos não localizados, especialmente na Escola Municipal Maria Augusta Duarte totalizando 52%, é algo que deve ser levado em consideração. Dessa forma, recomenda-se à Secretaria Municipal de Educação (SEMED) a implantação de um sistema digital unificado de cadastro escolar, que contemple a obrigatoriedade do registro de endereços completos no ato da matrícula. Essa medida visa corrigir uma falha na gestão dos cadastros educacionais, garantindo maior precisão nas análises espaciais futuras.

A análise do tempo de caminhada constitui um importante indicador de qualidade do acesso à educação, contribuindo para o planejamento territorial e para a formulação de políticas públicas que visem à distribuição mais equitativa das escolas e à melhoria das condições de mobilidade dos estudantes. Essa análise demonstrou que a maioria dos alunos das Escolas Padre Donald e Maria Augusta se localiza em um raio confortável. Contudo, a Escola João Costa de Oliveira sugere maior dependência de transporte escolar e menor acessibilidade a pé. Dessa forma, a avaliação do tempo de caminhada constitui um importante indicador de qualidade do acesso à educação,

A avaliação urbanística, de acordo com os critérios estabelecidos pela NBR 9050/2020, evidenciou uma semelhança significativa na infraestrutura e na acessibilidade dos percursos realizados pelos estudantes entre o domicílio e a escola. Nos bairros Newton Pereira e Sagrada Família foi constatado um padrão satisfatório de conformidade com a norma, caracterizado por calçadas adequadas em suas dimensões e vias principais pavimentadas e em bom estado de conservação, condições que favorecem deslocamentos mais seguros e confortáveis.

Foi possível identificar graves deficiências de acessibilidade no bairro Nossa Senhora das Dores, o que contrasta com as condições satisfatórias observadas nos bairros Newton Pereira e Sagrada Família. Para resolver os problemas e promover percursos seguros aos estudantes, recomenda-se a adequação da largura e continuidade das calçadas, a regularização do pavimento, a instalação de rampas e pisos táteis conforme a NBR 9050/2020, além da melhoria da iluminação e sinalização viária

De modo geral, os resultados indicam a necessidade de planejamento entre o setor educacional e o urbano por parte da administração do município, visando promover de trajetos mais acessíveis, contínuos e seguros. A adequação das vias de acesso às escolas, segundo critérios de acessibilidade universal e mobilidade ativa, garante o direito à educação e contribui para a valorização dos deslocamentos sustentáveis no espaço urbano.

Para trabalhos futuros, recomenda-se elaborar uma pesquisa de satisfação sobre o deslocamento dos alunos até a escola e sobre os fatores que influenciam a escolha da unidade escolar. Além disso, sugere-se realizar uma atualização do cadastro obrigatório das residências, visando aprimorar a precisão das informações territoriais e educacionais.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9050:2020 — Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BOOTS, B. N.; OKABE, A.; KOKICHI, S. **Spatial tessellations: concepts and applications of Voronoi diagrams**. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.

BRASIL. **Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990**. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 1990.

BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1997.

BRASIL. **Lei Federal nº 8.069, de 13 de julho de 1990.** Estatuto da Criança e do Adolescente. Centro de Defesa dos Direitos da Criança e do Adolescente, p. 258, 2017.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; FONSECA, F. **Geoprocessamento: conceitos, tecnologias e aplicações.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. **Introdução à ciência da geoinformação,** p. 1–35, 2001.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. **Introdução à ciência da geoinformação,** p. 1–12, 2001.

CUNHA, J. A. **A gestão municipal através de tecnologia de geoprocessamento e cadastro urbano: gerenciamento de dados físicos e socioeconômicos do município de Serra Negra do Norte-RN**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

DOMINGUES, C. V.; SIMÕES, L. L. O SIG na gestão pública: análise crítica de um caso bem-sucedido – desafios e perspectivas. **Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal,** v. 5, n. 2, 2007.

ESRI. **What is GIS?2021**. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>. Acesso em: 9 out. 2025.

FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (Eds.). **Análise espacial de dados geográficos.** Brasília: EMBRAPA, 2004. ISBN 85-7383-260-6.

GALATI, S. R. **Geographic information systems demystified**. Norwood: Artech House, 2006. ISBN 158053533X.

GARRACHO, A.; CAMPOS, R. **Acessibilidade urbana: conceitos e práticas**. São Paulo: Annablume, 2005.

NEVES, F. H. Planejamento de equipamento urbano comunitário de educação: algumas reflexões. **Caderno Metrópole**, São Paulo, v. 17, n. 34, p. 503–516, nov. 2015.

OLAYA, V. **Sistemas de información geográfica**. Madrid: CreateSpace Independent Publishing, 2014.

OLIVEIRA, M. G. **Acessibilidade urbana e mobilidade sustentável**. Brasília: UnB, 2007.

PEGORETTI, M. S.; SANCHES, S. da P. Análise da acessibilidade dos alunos da zona rural que frequentam escolas urbanas considerando as variáveis distância de caminhada e tempo de viagem. In: **ENCONTRO NACIONAL LARES – LATIN AMERICAN REAL ESTATE SOCIETY**, 4., 2004, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: LARES, 2004. Disponível em: <https://lares.architexturez.net/system/files/LARES_2004_michela.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

PERDIGÃO, F. **Geoprocessamento aplicado à análise espacial da rede pública de ensino fundamental de Maceió–AL.** Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation Project**. Versão 3.40.4, 2024. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 9 out. 2025.

ROLNIK, R.; PINHEIRO, O. M. **Plano diretor participativo: guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos**. 2. ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2004.

ROSA, R. Análise espacial em geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, p. 275–289, 2011.

SANTOS, P. Planejamento urbano: para quê e para quem? **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 91–119, 2012.

SANTOS NETO, João Ribeiro dos. **Análise da acessibilidade aos equipamentos urbanos: um estudo de caso em Arapiraca – AL. 2025.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2025

SILVA, A. M. **Introdução ao geoprocessamento.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

SPINIELI, L.; SOUZA, F. **Acessibilidade urbana e inclusão social**. Curitiba: CRV, 2021.

TEIXEIRA, A. **Educação é um direito**. 4. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

THIESSEN, A. H. Precipitation averages for large areas. **Monthly Weather Review**, v. 39, n. 7, p. 1082–1084, 1911.

UNIÃO DOS PALMARES (AL). **Lei Municipal nº 1.389, de 20 de dezembro de 2022**. Institui o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Integrado – PDPDI do Município de União dos Palmares.