



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Ciências de Informação Geográfica

**Análise de Acessibilidade Geográfica às Instituições Públicas de
Ensino Usando Sistemas de Informação Geográfica**

Caso de Estudo: Distrito de Matutuíne

Autor: Hélder Victor Tomás Machele

Maputo, Maio de 2025



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Ciências de Informação Geográfica

**Análise de Acessibilidade Geográfica às Instituições Públicas de
Ensino Usando Sistemas de Informação Geográfica**

Caso de Estudo: Distrito de Matutuíne

Autor: Hélder Victor Tomás Machele

Supervisor: Mestre. Egídio Octávio Cassamo, UEM

Oponente: Lic. Mário Azarias Chelengo, UEM

Maputo, Maio de 2025

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha mãe Vitorina Langa Machele, que foi mãe e pai, enfrentando todas as adversidades com coragem e amor incondicional após a partida precoce de meu pai Tomás Cipriano Das Dores Machele (em memória), sua força e dedicação foram fundamentais em minha caminhada. Ao meu pai, que cedo partiu para a glória, mas cuja presença e ensinamentos sempre guiaram meus passos, mesmo à distância. E aos meus irmãos, que estiveram comigo em todos os momentos, compartilhando desafios, conquistas e sonhos, formando comigo um alicerce sólido de apoio e carinho. A todos vocês, minha eterna gratidão.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação e do meu supervisor MSc. Egídio Octávio Cassamo e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências de Informação Geográfica, na faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane, e que nunca foi apresentado em nenhuma instituição de ensino para a obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, Maio de 2025

(Hélder Victor Tomás Machele)

Agradecimento

Agradeço, primeiramente, a todos que contribuíram directa ou indirectamente para a realização deste trabalho de conclusão de curso. À Universidade Eduardo Mondlane, pela formação de excelência e pela oportunidade de crescimento académico e pessoal.

Ao meu supervisor, Mestre Egídio Octávio Cassamo, pela orientação, paciência e valiosas contribuições, que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo ao longo desta jornada, e em especial a Marta Inácio, Person Savele, Cristina Miguel e Elisa Guirruço, pela partilha de ideias, apoio moral e incentivo constante, que tanto contribuíram para expandir meu conhecimento e tornar essa experiência mais enriquecedora.

Por fim, à minha família, que esteve sempre ao meu lado, oferecendo suporte moral, motivacional e carinho incondicional, pilares fundamentais para a concretização desta etapa tão importante da minha vida.

A todos vocês, minha profunda gratidão!

Resumo

O acesso ao ensino, sobretudo nas zonas rurais, continua a ser um desafio para muitas comunidades em Moçambique. Este trabalho analisa a acessibilidade geográfica às instituições públicas de ensino no distrito de Matutuíne, com recurso aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A metodologia baseou-se na recolha e tratamento de dados geo-espaciais como o relevo, uso e cobertura do solo, rede de estradas e barreiras naturais como rios, aplicando técnicas de análise de custo-distância. Foram considerados três modos principais de deslocação: a pé, de bicicleta e por transporte motorizado. O estudo utilizou modelos digitais de elevação para calcular a declividade do terreno, estimativas de velocidade de viagem de acordo com o tipo de solo e transporte, e um modelo de localização-alocação (MCLP) para propor locais ideais para novas escolas. Foram ainda aplicadas técnicas de densidade por *kernel* para identificar zonas com maior concentração de comunidades sem acesso adequado à escola. Os resultados mostram que muitas comunidades têm de percorrer longas distâncias, frequentemente mais de uma hora a pé, para aceder ao ensino, o que representa um obstáculo grave ao direito à educação. Através desta abordagem integrada, o trabalho permite propor soluções mais realistas e adaptadas às condições locais. Para além de ser uma ferramenta técnica, o uso de SIG mostrou ser também um apoio importante ao planeamento mais justo das infra-estruturas educativas em Moçambique.

Palavras-chave: acessibilidade geográfica, SIG, custo-distância, localização-alocação, tempo de viagem, educação, Matutuíne.

Abstract

Access to education, particularly in rural areas, remains a significant challenge for many communities in Mozambique. This study analyses the geographical accessibility of public educational institutions in the district of Matutuíne, using Geographic Information Systems (GIS). The methodology was based on the collection and processing of spatial data such as terrain, land use and land cover, road networks, and natural barriers like rivers, applying cost-distance analysis techniques. Three main modes of travel were considered: on foot, by bicycle, and by motorised transport. The study employed digital elevation models to calculate terrain slope, estimated travel speeds based on land type and means of transport, and a location-allocation model (MCLP) to propose optimal sites for new schools. Kernel density techniques were also applied to identify areas with a higher concentration of communities lacking adequate school access. The results reveal that many communities must travel long distances—often over an hour on foot—to reach a school, posing a serious barrier to the right to education. Through this integrated approach, the study proposes more realistic and locally adapted solutions. Beyond being a technical tool, GIS has also proven to be a valuable aid in promoting fairer educational infrastructure planning in Mozambique.

Keywords: geographical accessibility, GIS, cost-distance, location-allocation, travel time, education, Matutuíne.

Abreviaturas

CRM – Constituição da República de Moçambique

EPC – Escola Primária Completa

GPM – Governo da Província de Maputo

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INE – Instituto Nacional de Estatística

KDE – Estimativa de Densidade por Kernel

MCLP – Problema de Localização com Máxima Cobertura

MDE – Modelo Digital de Elevação

MEPT – Movimento de Educação para Todos

MINEDH – Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano

OCHA – Escritório de Coordenação de Assuntos Humanitários

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SNE – Sistema Nacional de Educação

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Índice

Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimento	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Abreviaturas.....	vi
1. Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Pergunta de pesquisa	2
1.3. Definição do problema	2
1.4. Justificativa.....	2
1.5. Relevância	3
1.6. Objectivos.....	3
1.6.1. Objectivo geral.....	4
1.6.2. Objectivos específicos:.....	4
2. Revisão de Literatura.....	5
2.1. Descrição da Área de Estudo.....	5
2.1.1. Caracterização do distrito de Matutuíne.....	5
2.1.2. Divisão Administrativa.....	6
2.1.3. Estrutura Populacional.....	6
2.1.4. Relevo	7
2.1.5. Educação e Ensino	8

2.2.	Acessibilidade	10
2.3.	Acessibilidade as Instituições de Ensino	10
2.4.	Sistema Nacional de Educação	11
2.5.	Os desafios no ensino básico no sistema nacional da educação moçambicana	11
2.5.1.	Infra-estrutura escolar inadequada	12
2.5.2.	Financiamento insuficiente e dependência externa.....	12
2.5.3.	Desigualdade regional e abandono escolar.....	12
2.5.4.	Qualidade do ensino e formação docente.....	12
2.6.	Sistemas de Informação Geográfica.....	13
2.6.1.	Componentes de um Sistema de Informação Geográfica	13
2.6.2.	Modelos de Dados Espaciais	13
2.7.	Geoprocessamento e Gestão Urbana	15
2.7.1.	Fundamentos do Geoprocessamento e sua Aplicação na Gestão Urbana	15
2.7.2.	Análise de Acessibilidade	15
2.8.	Análise de localização – Alocação	16
3.	Material e Métodos	17
3.1.	Material Usado	17
3.1.1.	Descrição dos dados.....	17
3.1.2.	Ferramentas e Tecnologias Usadas	18
3.2.	Métodos.....	18
3.2.1.	Modelo digital de elevação.....	18
3.2.2.	Declividade	21
3.2.3.	Uso e Cobertura do Solo	23

3.2.4.	Barreiras Geográficas	25
3.2.5.	Cálculo do tempo de viagem.....	27
3.2.6.	Identificação de possíveis lugares para novas escolas	27
3.2.7.	Fluxograma Metodológico.....	28
4.	Resultados e Discussão	29
4.1.	Resultados	29
4.2.	Discussão	47
5.	Conclusões e Recomendações	48
5.1.	Conclusão.....	48
5.2.	Recomendações.....	49
5.3.	Limitações	49
6.	Referências Bibliográficas.....	50

Lista de Figuras

Figura 1:	Mapa de Localização da Área de Estudo.....	5
Figura 2:	Distribuição da população por Localidade	6
Figura 3:	Altimetria da Área de Estudo	7
Figura 4:	Distribuição das instituições de ensino.....	9
Figura 5:	Componentes de um SIG	13
Figura 6:	Modelo Digital de Elevação	20
Figura 7:	Mapa de Declividade	22
Figura 8:	Uso e cobertura do solo	24
Figura 9:	Barreiras que condicionam a acessibilidade	26
Figura 10:	Fluxograma Metodológico.....	28
Figura 11:	Superfície de acessibilidade pelo tempo de viagem a pé.....	30
Figura 12:	Superfície de acessibilidade pelo tempo de viagem por bicicleta	34
Figura 13:	Superfície de acessibilidade pelo tempo de viagem por motorizada	38

Figura 14: Pontos propostos para alocação de novas escolas	43
Figura 15: Superfície de acessibilidade por caminhada considerando os pontos para alocação de novas escolas	43

Lista de Tabelas

Tabela 1: Vantagens e Desvantagens dos Modelos Vectoriais e Matriciais, Fonte: Vettorazzi	14
Tabela 2: Descrição dos Dados Espaciais usados	17
Tabela 3: Intervalo de tempo para os graus de acessibilidade	29
Tabela 4: Tempo de viagem por caminhada para chegar a escola mais próxima	33
Tabela 5: Tempo de viagem por bicicleta para chegar a escola mais próxima	36
Tabela 6: Tempo de viagem por motorizada para chegar a escola mais próxima	40
Tabela 7: Tempo de viagem por caminhada para chegar a escola mais próxima considerando os novos pontos	45

Lista de gráficos

Gráfico 1: Percentagem de acessibilidade para cada grau para caminhada	33
Gráfico 2: Percentagem de acessibilidade para cada grau para bicicleta	37
Gráfico 3: Percentagem de acessibilidade para cada grau para Motorizada	41
Gráfico 4: Tempo de viagem Combinado (a pé, bicicleta e Motorizada)	42
Gráfico 5: Percentagem de acessibilidade para cada grau para caminhada considerando a implantação de escolas nos pontos identificados	46

No presente capítulo, pretende-se contextualizar a temática da acessibilidade às instituições públicas de ensino em Maputo, com enfoque no distrito de Matutuíne, definindo a problemática que o motiva e justificando a relevância de estudar essa questão usando Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Para além disso, serão apresentados os objectivos que se pretendem alcançar com o desenvolvimento do tema proposto, proporcionando uma visão clara dos resultados esperados.

1.1. Contextualização

A educação constitui um alicerce essencial para o bem-estar social e o desenvolvimento de uma nação. É através da educação que uma nação pode manter e aprimorar seus preceitos culturais e morais. É também através da educação, que cada indivíduo pode alcançar seu crescimento intelectual tornando-se assim um cidadão melhor (UNESCO, 2017). Magalhães (1998) define a instituição educativa como uma complexidade espaço temporal, pedagógica e organizacional, onde se relacionam elementos materiais e humanos, mediante papéis e representações diferenciados, entretecendo e projectando futuros pessoais através de expectativas institucionais.

A evolução da cobertura escolar foi profundamente afectada pela dinâmica demográfica recente do país, marcada pelo forte crescimento populacional, e pela pressão da procura exercida especificamente pelas taxas de crescimento das faixas etárias que compõem as idades alvo do processo de escolarização. A população cresceu de 15,3 milhões de pessoas em 1997, para 20,6 milhões em 2007, e 26,9 milhões em 2017 o último censo oficial. A faixa etária de 6-12 anos, idade oficial do ensino primário obrigatório, cresceu de 2,9 milhões de crianças em 1997 para 4,2 milhões em 2007 e por sua vez para 5,7 milhões em 2017. Se a taxa média de crescimento anual deste grupo se manteve constante, em 2018 deveria ter havido mais 181 mil crianças de idades 6-12 que em 2017 e, em 2023 deverá haver mais 217 mil crianças deste grupo etário, dados estimativos (INE, 2023)

Moçambique é um país com uma elevada taxa de crescimento populacional. A sua população passou de aproximadamente 20 milhões em 2007 para 27 milhões em 2017, o que representa um dos crescimentos mais acentuados do mundo. Com base nessa tendência, o Instituto Nacional de Estatística (INE) estimava, em 2019, que a população moçambicana atingiria cerca de 31 milhões de pessoas em 2022 (INE, 2019). No que diz respeito ao desenvolvimento humano, Moçambique apresentava um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,456 em 2019, esse índice leva em

consideração tempo de vida, nível de escolaridade e o padrão de vida da população, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2020), ocupando a 181.^a posição entre 189 países, o que evidencia os desafios estruturais que o país ainda enfrenta.

A taxa de analfabetismo em Moçambique é de 39%, aumentando para 50,7% no meio rural (Censo de 2017, INE). Além disso, a taxa de analfabetismo das mulheres é de 49,4%, subindo para 62,4% nas áreas rurais, indicando que as mulheres são as mais afectadas pelo analfabetismo no país (INE, 2017).

1.2. Pergunta de pesquisa

Como os Sistemas de Informação Geográfica podem ser utilizados para analisar e melhorar a acessibilidade geográfica às instituições públicas de ensino no distrito de Matutuíne, em Moçambique?

1.3. Definição do problema

A distribuição desigual de recursos educacionais é um problema recorrente em muitos países em desenvolvimento, incluindo Moçambique. De acordo com o Instituto Nacional de Estatística de Moçambique (INE), há disparidades significativas no acesso à educação, especialmente entre áreas urbanas e rurais. O encerramento da Escola Comunitária Graça Machel localizada no posto administrativo de zitundo na localidade de ponta de ouro, uma instituição de ensino secundário em Matutuíne, gerou um aumento significativo na demanda por vagas na Escola Primária Completa da Ponta do Ouro. Como resultado, as salas de aula da Escola Primária Completa da Ponta do Ouro passaram a comportar entre 80 a 90 alunos por turma (Iva, 2024). Essa situação evidencia a falta de infra-estrutura educacional na região e destaca a necessidade urgente de reavaliar a distribuição de recursos para garantir um acesso equitativo à educação de qualidade em Matutuíne. A aplicação dos Sistemas de informação geográfica pode contribuir para identificar e resolver esses problemas, ajudando a planear melhor a distribuição das instituições educacionais.

1.4. Justificativa

O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na análise da distribuição de recursos educacionais em Moçambique é justificado pela necessidade premente de promover uma educação inclusiva e equitativa, conforme delineado pelo Objectivo de Desenvolvimento Sustentável 4 da Organização das Nações Unidas (ONU). Os Sistemas de informação geográfica oferecem uma abordagem inovadora e eficaz para mapear a distribuição espacial de escolas e outros recursos educacionais, permitindo a visualização e a análise de padrões de desigualdade que, de outra forma, permaneceriam ocultos. Em um país onde a localização das instituições de ensino frequentemente se dista significativamente dos centros populacionais, as dificuldades de acesso tornam-se um obstáculo crítico para a educação das

crianças. O relatório da UNICEF (2018) enfatiza que crianças que vivem em áreas rurais ou isoladas enfrentam maiores barreiras para o acesso à educação, devido à falta de escolas nas proximidades e à escassez de transporte escolar adequado. Portanto, ao empregar SIG, é possível identificar áreas com deficiências em infra-estrutura educacional e desenvolver intervenções direccionadas, não apenas para melhorar o acesso à educação, mas também para garantir que todas as crianças, independentemente de sua localização geográfica, tenham a oportunidade de usufruir de uma educação de qualidade. Assim, o uso de SIG não é apenas uma ferramenta técnica, mas um componente essencial na luta por justiça social e equidade educacional em Moçambique.

1.5. Relevância

A educação é um dos pilares essenciais na preparação do Capital Humano, de modo que este esteja suficientemente preparado para combater a pobreza, promover o desenvolvimento socioeconómico e o seu bem-estar. E é neste sentido que a Constituição da República de Moçambique (CRM), estabeleceu que a educação constitui um direito de todo o cidadão, sendo o Estado o promotor da igualdade no acesso e usufruto desse direito (METP, 2018). A análise da distribuição de recursos educacionais utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é de grande relevância no contexto actual de Moçambique, onde a disparidade no acesso à educação continua sendo um desafio. O uso de SIG permite mapear com precisão as desigualdades geográficas no acesso à educação, fornecendo uma base sólida para a formulação de políticas públicas direccionadas. A relevância deste estudo é acentuada pelo Objectivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 4 da ONU, que visa garantir uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (UNESCO, 2017). Este estudo, portanto, destaca como ferramentas de SIG podem identificar e propor soluções para a distribuição desigual de recursos educacionais.

1.6. Objectivos

A acessibilidade às instituições públicas de ensino é um factor essencial para promover uma educação equitativa e de qualidade, especialmente em regiões em desenvolvimento como o distrito de Matutuine. Este estudo utiliza Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para analisar a distribuição das escolas e as condições de acesso, mapear as instituições de ensino e avaliar a sua localização em relação à comunidade.

1.6.1. Objectivo geral

Analisar a acessibilidade geográfica às instituições de ensino públicas no distrito de Matutuíne utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

1.6.2. Objectivos específicos:

- ❖ Identificar a localização geográfica das instituições públicas de ensino em Matutuíne;
- ❖ Determinar o tempo de viagem dos alunos às escolas mais próximas considerando diferentes modos de transporte (a pé, bicicleta e veículos motorizados);
- ❖ Analisar a distribuição espacial das escolas em relação à densidade populacional escolar e barreiras geográficas;
- ❖ Identificar aldeias localizadas em áreas com cobertura inadequada;
- ❖ Fazer a identificação de possíveis locais para a implantação de novas instituições de ensino tendo em conta a análise de localização-alocação.

2.1. Descrição da Área de Estudo

2.1.1. Caracterização do distrito de Matutuíne

O Distrito de Matutuíne está localizado no extremo Sul da Província de Maputo e do País, entre os paralelos 26° de latitude Sul a 27° de latitude Sul e entre os meridianos 32° de longitude Este e 33° de longitude Este. A Norte é limitado pela baía e a Cidade de Maputo, a Sul pela República da África do Sul, a Este é banhado pelo Oceano Índico, e a Noroeste confina com os Distritos de Namaacha, Boane e com o Reino de Essuatíni (GPM, 2015).

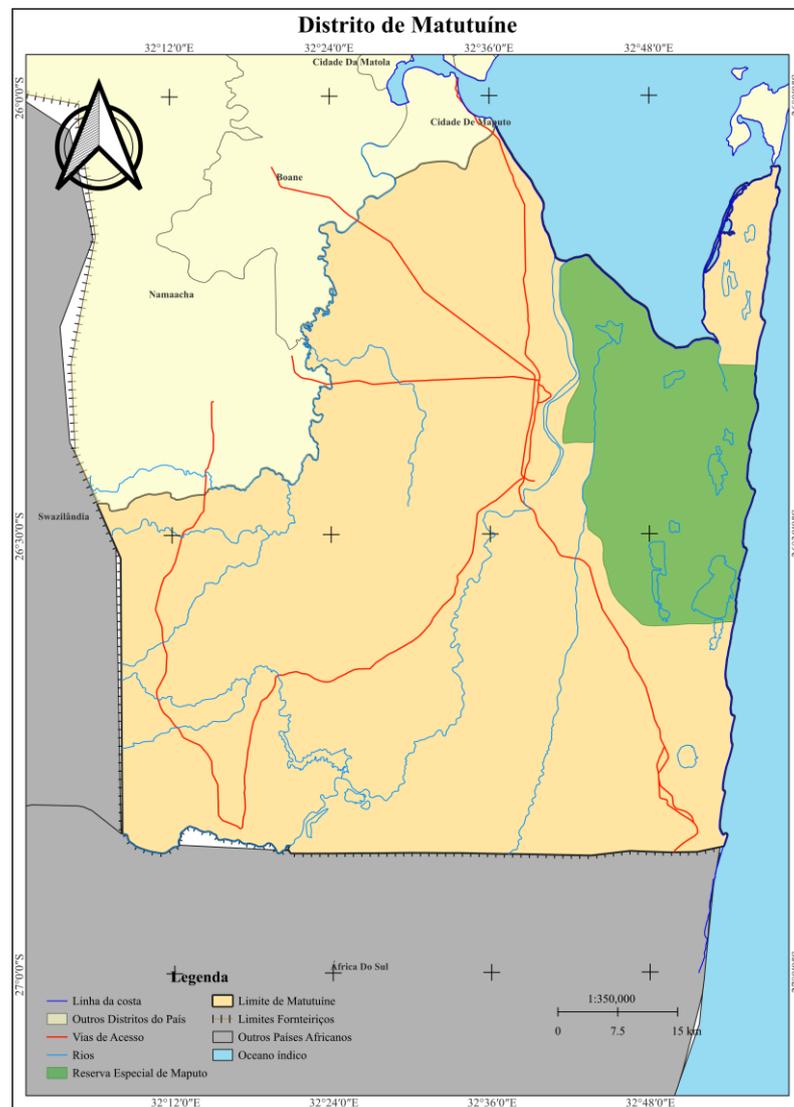


Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo

2.1.2. Divisão Administrativa

Distrito de Matutuíne está dividido em 5 postos administrativos que por sua vez se subdividem em catorze localidades. A sede deste distrito corresponde ao Posto Administrativo denominado Bela Vista – Sede.

2.1.3. Estrutura Populacional

A população de Matutuíne tem apresentado um crescimento gradual nos últimos anos. De acordo com o INE (2024), o distrito de Matutuíne tem cerca de 58836 habitantes, distribuídos de forma dispersa devido à sua grande extensão territorial. A densidade populacional é de 10,5 habitantes por km², evidenciando a predominância de áreas rurais. A taxa de analfabetismo é de 27,6%, consideravelmente superior à média provincial de 12,5%. Em relação à composição populacional, as mulheres representam aproximadamente 51% dos residentes e os homens, 49%. O grupo formado por crianças, adolescentes e jovens corresponde a cerca de 74% do total da população, indicando uma fase populacional ainda muito jovem. Quanto à estrutura da população por tipo somático, a raça negra é a mais predominante.

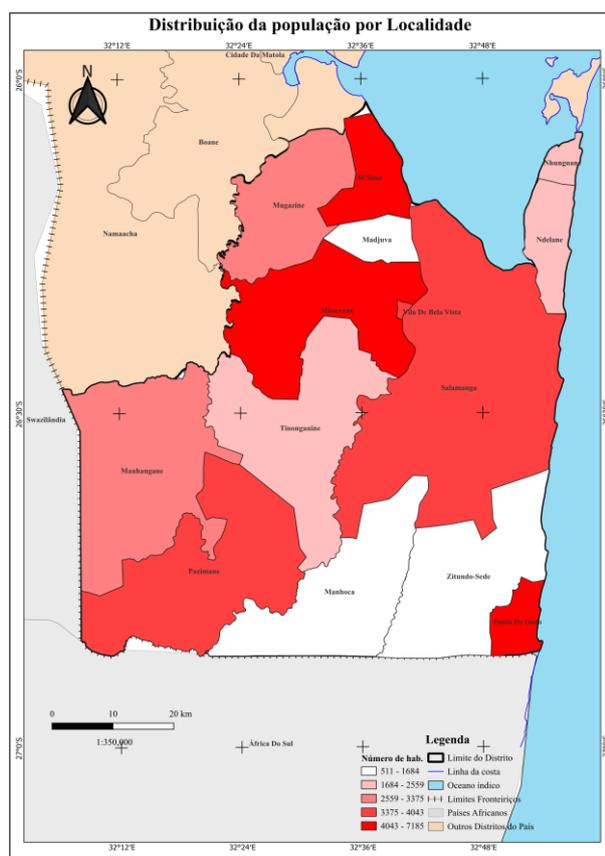


Figura 2: Distribuição da população por Localidade

2.1.5. Educação e Ensino

A educação é um conceito mais amplo, envolvendo não apenas a instrução formal, mas também o desenvolvimento integral do indivíduo. De acordo com Lima (2003), a educação está relacionada ao atendimento do desenvolvimento das capacidades humanas, sendo entendida como um mecanismo de socialização que envolve desde a construção e transmissão do conhecimento até a incorporação de valores morais, éticos e políticos.

Manuel Castells (1999) argumenta que a educação é crucial para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para a participação plena na sociedade da informação e do conhecimento. Ele defende que a educação deve fornecer aos indivíduos a capacidade de analisar e avaliar criticamente a informação, bem como a habilidade de aprender continuamente ao longo da vida.

O ensino é frequentemente concebido como um processo sistemático de transmissão de conhecimentos, habilidades e valores. Segundo Silva e Delgado (2018), o ensino é um sistema de trocas de informações entre docentes e alunos, que deve ser pautado na objectividade daquilo que há necessidade que o aluno aprenda. Eles enfatizam que o ensino deve visar à aprendizagem e ao desenvolvimento dos alunos, modificando seu pensamento e promovendo uma formação crítica.

Além disso, o ensino é influenciado por teorias de aprendizagem que consideram o aluno como agente activo na construção do conhecimento. Autores como Piaget e Vygotsky destacam a importância da interacção social e do desenvolvimento cognitivo no processo de aprendizagem, influenciando directamente as práticas de ensino.

Embora não tenham sido disponibilizados dados ilustrativos desta situação, estima-se que à semelhança da Província de Maputo e do País a maior parte da população analfabeta corresponda às mulheres. A rede escolar do distrito é actualmente constituída por 57 estabelecimentos de ensino, sendo o nível primário, constituído por um número substancialmente mais alto de alunos (GPM, 2015).

A faixa etária das crianças em idade escolar em Moçambique segue o seguinte padrão:

- **Ensino Primário:** 6 a 12 anos
- **Ensino Secundário do 1º Ciclo:** 13 a 15 anos
- **Ensino Secundário do 2º Ciclo:** 16 a 18 anos

Embora existam infra-estruturas escolares em funcionamento, estas não são suficientes para garantir uma cobertura eficaz e equitativa em todo o território, particularmente nas zonas rurais mais isoladas. Em diversas localidades, as distâncias que os alunos são obrigados a percorrer até à escola constituem um obstáculo real à frequência e permanência no sistema de ensino, o que se reflecte negativamente nas taxas de aproveitamento e de continuidade escolar (INE, 2024).

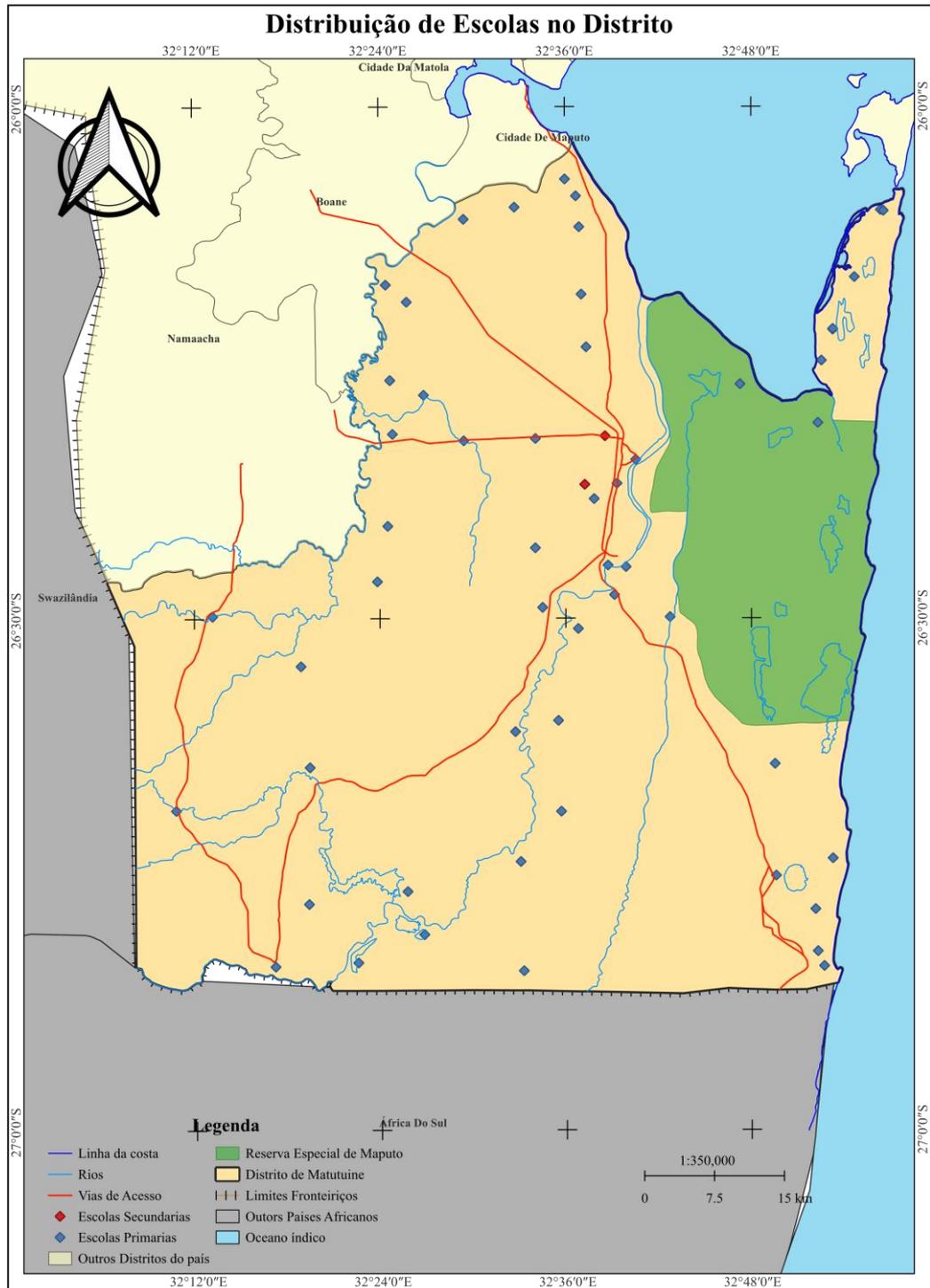


Figura 4: Distribuição das instituições de ensino

A acessibilidade à educação é um direito fundamental. A Organização das Nações Unidas (ONU) enfatiza a necessidade de garantir que todas as crianças tenham acesso igualitário à educação de qualidade, independentemente da sua localização (UNICEF, 2015). A falta de acesso adequado às instituições educacionais é um problema particularmente grave em áreas periféricas e rurais, como o Distrito de Matutuíne, onde a infra-estrutura pode ser limitada.

2.2. Acessibilidade

Acessibilidade, do latim *Accessibilitas*, significa qualidade de ser acessível, facilidade na aproximação ou na obtenção. É um parâmetro muito importante para o planeamento urbano e regional, pois é um instrumento que permite identificar áreas com desigualdades na oferta de infra-estruturas básicas e está directamente relacionado com a qualidade de vida dos cidadãos (Govan, 2012).

Distribuição espacial e acessibilidade são questões interdependentes, variando segundo a indispensabilidade do bem ou serviço, da sua escassez, da sua procura e de certas características dos utilizadores ou consumidores. O ensino básico, por exemplo, é obrigatório para todas as crianças e jovens entre os 6 e os 14 anos, sendo, portanto, o serviço educacional com maior oferta. (Martins, de Lisboa & Pereira)

A questão da acessibilidade, directamente vinculada à dimensão dos raios de recrutamento, apresenta particularidades para cada nível de ensino, em função da capacidade de locomoção admissível para cada faixa etária e a possibilidade de utilização de outros meios de locomoção (Martins, de Lisboa & Pereira).

Acessibilidade refere-se não ao sítio onde o domicílio se localiza, mas à sua posição relativa a outras edificações, das quais sua vida depende, tais como escolas, postos de saúde, hospital, parques, áreas de abastecimento e consumo, postos de empregos, entre outros (Leão & Turkienicz, 2009).

2.3. Acessibilidade as Instituições de Ensino

Uma das características essenciais do sistema escolar diz respeito ao acesso dos estudantes às escolas. Os seus usuários são, na maioria, jovens ou crianças que se integram em espaços urbanos e rurais com estruturas de povoamento muito diversificadas, podendo ser desde as áreas de maior congestionamento urbano aos espaços mais rarefeitos de população.

Deste modo, a distribuição espacial destas escolas e as facilidades de deslocamento associadas à rede de transportes são aspectos que precisam ser levados em conta na análise das oportunidades de acesso dos estudantes às unidades escolares (Almeida, 1999).

2.4. Sistema Nacional de Educação

O Sistema Nacional de Educação (SNE) de Moçambique é concebido no quadro do plano Prospectivo Indicativo (PPI) elaborado pelo Governo de Moçambique em 1980. O PPI tem como objectivo fundamental “eliminar o subdesenvolvimento” na década (1980-1990). A eliminação do subdesenvolvimento significa, na óptica do Governo, um “grande salto” em direcção ao Socialismo. No contexto desta utopia social, à educação (formal) cabe jogar um papel importante, senão mesmo central, porque é vista como o eixo da formação humana. Na altura, para o desenvolvimento acelerado, opta-se por uma planificação centralizada e por grandes investimentos (Castiano e Ngoenha, 2013).

A Educação Básica é de importância fundamental para a estratégia de desenvolvimento do país, porque é um elemento central de estratégia da redução da pobreza, uma vez que, por um lado, a aquisição de conhecimentos académicos, incluindo a alfabetização de adultos, irá alargar as oportunidades de acesso ao emprego, auto-emprego e aos meios de subsistência sustentáveis ao cidadão moçambicano e, por outro, aumentar a equidade do sistema educativo; assegura o desenvolvimento dos recursos humanos, base para o sucesso da economia nacional; é uma necessidade para o efectivo exercício da cidadania (MINEDH, 2003).

2.5. Os desafios no ensino básico no sistema nacional da educação moçambicana

O sector da Educação em Moçambique, particularmente do ensino básico, enfrenta vários desafios, dentre os quais, melhorar a qualidade do ensino através do aumento das habilidades de leitura, escrita e cálculo numérico nos ciclos iniciais para alcançar uma escolarização de 9 anos. É neste âmbito que se encontrou duas abordagens distintas, mas com o mesmo foco. A primeira abordagem tem como objectivo buscar melhores estratégias para expandir o acesso quantitativo do ensino básico. Esta visão tem como referência de partida uma expansão quantitativa de infra-estruturas escolares, inspirados no âmbito do plano de educação básica para todos (Chicava & Machama, 2020).

De acordo com o programado nos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio, todas as crianças em idade escolar deveriam frequentar o ensino básico de qualidade, o que significa que Moçambique deveria alcançar a escolaridade primária universal até 2015 (ONU, 2013). A universalização do ensino primário atingiu 80% de crianças em idade escolar, o que significa, em termos práticos que, em cada

100 crianças moçambicanas em idade escolar, somente 80 crianças são escolarizadas e as restantes não usufruem o direito à educação consagrado na constituição de 2004.

2.5.1. Infra-estrutura escolar inadequada

A ampliação da escolaridade obrigatória para nove anos esbarrou na precariedade das escolas, especialmente nas zonas rurais. A falta de salas de aula, laboratórios e bibliotecas compromete a qualidade da aprendizagem. Além disso, a necessidade de deslocamento para escolas secundárias impõe dificuldades para alunos que moram em áreas distantes, muitas vezes caminhando até 25 km para frequentar as aulas (Gonçalves, 2024).

2.5.2. Financiamento insuficiente e dependência externa

Moçambique destina, em média, 23,3% do Orçamento Geral do Estado à Educação, mas grande parte desse valor é consumida no pagamento de salários, deixando apenas 17,5% para investimentos em infra-estrutura e materiais escolares (MEPT, 2022). Além disso, o país depende do Fundo de Apoio ao Sector da Educação (FASE), financiado por doadores internacionais e administrado pelo Banco Mundial, o que reduz a autonomia nacional sobre os recursos educacionais (Gonçalves, 2024).

A proposta de criação de um Fundo Nacional de Investimento na Educação Básica, financiado internamente por meio da exploração de recursos naturais, é apontada como uma alternativa para reduzir essa dependência e garantir maior estabilidade no financiamento do sector (Gonçalves, 2024).

2.5.3. Desigualdade regional e abandono escolar

A pobreza estrutural das famílias moçambicanas é um factor determinante para o abandono escolar. Relatórios do Movimento de Educação para Todos (MEPT) indicam que os custos indirectos da educação, como uniforme e material escolar, impedem a permanência de crianças na escola, especialmente em áreas rurais (MEPT-FACED, 2023). Esse problema afecta de maneira desproporcional as meninas, que muitas vezes são retiradas da escola para ajudar nas tarefas domésticas ou casam-se precocemente (Gonçalves, 2024).

2.5.4. Qualidade do ensino e formação docente

O ensino em Moçambique ainda enfrenta dificuldades quanto à qualidade. O deficit de professores qualificados e a falta de materiais pedagógicos impacta negativamente o aprendizado. Há evidências de que muitos alunos terminam a 3ª classe sem saber ler e escrever adequadamente (Gonçalves, 2024). A formação contínua dos docentes e a adequação dos currículos escolares são apontadas como medidas urgentes para melhorar a qualidade do ensino.

2.6. Sistemas de Informação Geográfica

Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um conjunto de programas, equipamentos, métodos, dados e usuários, integrados perfeitamente, tornando possível, o levantamento, armazenamento, processamento e análise de dados georreferenciados, dando origem a informações devido a sua aplicação (Teixeira et al., 1995). O crescimento da utilização dos SIGs vem ocorrendo de forma acelerada, pois o mesmo possibilita um melhor gerenciamento de informações, consequentemente auxiliando em tomadas de decisões de maior complexidade, como planejamento nas esferas governamentais.

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite-nos visualizar, questionar, analisar e interpretar dados para compreender relações, padrões e tendências. Com raízes na ciência da geografia, os SIG incorporam diversos tipos de dados. Analisa a localização espacial e organiza camadas de informação em visualizações através de mapas e cenas 3D. Através desta capacidade exclusiva, os SIG revelam conhecimentos profundos sobre dados, tal como padrões, relações e situações, ao ajudar os utilizadores a tomar decisões inteligentes (Esri,2024).

2.6.1. Componentes de um Sistema de Informação Geográfica



Figura 5: Componentes de um SIG

Fonte: Catalão (2015), adaptado de Longley et al. (2005)

2.6.2. Modelos de Dados Espaciais

Num SIG a compatibilidade da representação do espaço real num suporte digital, por natureza finito e discreto, só é possível generalizando ou abstraindo as relações e os elementos-objectos, isto é, criando um modelo de dados capaz de incorporar somente as propriedades relevantes para a aplicação em vista (Teixeira, 1993).

Com relação à estrutura de armazenamento (ou formato) de dados espaciais digitais, eles são comumente diferenciados em dois tipos: dados matriciais (raster) e dados vectoriais (Vettorazzi).

A estrutura raster (ou celular, matricial, ou ainda em grade) é uma das formas mais simples de organizar dados espaciais. Este tipo de formato consiste de um arranjo, geralmente regular, de células (ou pixels), as quais representam o mundo real. Para cada célula que cobre o espaço representado é atribuído um único valor, que é relativo à variável ou ao tema geográfico de interesse.

A estrutura vectorial trata de representar o objecto da forma mais exacta possível, assumindo-se que o espaço é contínuo, ao contrário de quantificado, como na representação raster. Isto permite definir com precisão posições, comprimentos e áreas (Vettorazzi).

Tabela 1: Vantagens e Desvantagens dos Modelos Vectoriais e Matriciais, Fonte: Vettorazzi

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Vectorial	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulação individual de objectos é facilitada; • Facilidade de associar atributos a objectos; • Geração de menor volume de dados; • A precisão depende somente do mecanismo de aquisição. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os formatos de dados vectoriais podem ser mais difíceis de manipular do que os dados matriciais; • Para eficiente manipulação de dados vectoriais há demanda por computadores mais robustos
Matricial	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de manipulação de certos relacionamentos de vizinhança; • Facilidade de implementação de diversas opções de manipulação, particularmente do espaço; • Possibilidade de representação de dados quantitativos e qualitativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexidade de identificação e manipulação de objectos individualmente; • Dificuldade de associação de atributos a objectos; • Geração de grandes volumes de dados; • Resolução e precisão determinadas pelas dimensões da divisão do espaço (pixels, ou células).

2.7. Geoprocessamento e Gestão Urbana

2.7.1. Fundamentos do Geoprocessamento e sua Aplicação na Gestão Urbana

O termo Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Essas informações são manipuladas em softwares próprios, para o trabalho de análise espacial, com o objectivo de gerar informações espaciais georreferenciadas. Ao conjunto de softwares, hardware, grupos de usuários, informações espacial, atribui-se o nome de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esses sistemas possibilitam o armazenamento de dados georreferenciados, o que permite a análise espacial e o cruzamento de vários dados de diversas fontes ao mesmo tempo (Verran, 2014).

Segundo Cordovez (2002), “no estágio actual das tecnologias e na busca da modernização administrativa, a utilidade do Geoprocessamento como ferramenta fundamental na gestão pública não pode mais ser contestada”. A disseminação dessa técnica de análise espacial mostra-se inerente ao desenvolvimento tecnológico em diferentes sectores, na actualidade, pois, “compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenómenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, como na saúde, educação, meio ambiente, geologia, agronomia, entre tantas outras” (CÂMARA et al, 2004)

2.7.2. Análise de Acessibilidade

O uso de SIG em análise espacial urbana permite integrar uma série de dados geográficos, tais como: a malha urbana municipal, a base temática com dados por sectores censitários do INE, os pontos com a localização dos equipamentos públicos, a área de acessibilidade desses equipamentos, entre outros dados, e assim extrair resultados que tem o potencial de subsidiar o planeamento da instalação de novos equipamentos comunitários urbanos.

Nesse contexto, diversos trabalhos têm sido publicados onde os autores têm utilizado técnicas de Geoprocessamento para analisar o grau de acesso da população aos equipamentos urbanos e comunitários em diversas regiões brasileiras. O ponto em comum em muitos desses trabalhos é a geração de mapas levando-se em consideração o conceito de acessibilidade. Uma técnica amplamente utilizada em Geoprocessamento para medir a acessibilidade a um determinado equipamento urbano é através da aplicação de um buffer, o qual serve para medir o raio de abrangência de determinado equipamento (Verran, 2014).

No entanto, em Moçambique, ainda são escassos os estudos que aplicam técnicas de Geoprocessamento para avaliar a acessibilidade a equipamentos urbanos e comunitários, especialmente no que se refere ao acesso às instituições públicas de ensino. Essa limitação evidencia a necessidade de pesquisas que explorem o uso de Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta de suporte à gestão urbana e ao planeamento da distribuição desses equipamentos no país.

2.8. Análise de localização – Alocação

A análise de localização-alocação é uma abordagem da pesquisa operacional que visa determinar os locais mais adequados para a implantação de serviços ou infra-estruturas, tendo em conta a distribuição geográfica da procura, as condições da rede de acesso e os objectivos de eficiência e equidade (Daskin, 2013). Esta análise é particularmente relevante em contextos de planificação de serviços públicos, como é o caso das escolas em zonas rurais.

Um dos modelos mais consagrados dentro desta abordagem é o *Maximal Coverage Location Problem* (MCLP), o Problema de Localização de Máxima Cobertura (MCLP) tem sido consideravelmente tratado na literatura desde a sua formulação feita por Church e ReVelle (1974). Esse problema busca obter a configuração para localizar facilidades que atenda o maior número de indivíduos de uma população, considerada uma dada distância ou um tempo padrão do ponto de demanda. Considerável revisão desse tema pode ser encontrada em Hale e Moberg (2003), Serra e Marianov (2004) e Galvão (2004). Não se busca com este modelo atender toda a população, mas oferecer o máximo de atendimento, considerando os recursos disponíveis. Vários modelos aplicados a uma grande faixa de problemas são extensões dessa formulação (Corrêa & Lorena, 2006)

Este modelo parte da suposição de que todos os indivíduos ou comunidades que se encontram dentro de um determinado raio de cobertura serão atendidos pela instalação mais próxima. O foco é maximizar a cobertura total com recursos limitados. Daskin (2013) reforça que o MCLP é ideal para situações onde há escassez de recursos e é necessário otimizar a localização de serviços públicos para garantir maior benefício social.

O presente capítulo delinea o material usado e a estrutura metodológica empregada para conduzir o presente trabalho e atingir os objectivos propostos.

3.1. Material Usado

3.1.1. Descrição dos dados

Para a realização desse trabalho foi necessário o uso de dados de diferentes fontes e com diferentes formatos tendo em conta os objectivos a serem alcançados. Abaixo podemos ver a descrição dos dados que foram colhidos e sua fonte.

Tabela 2: Descrição dos Dados Espaciais usados

Dados	Tipo de Dados	Fonte de dados	Utilidade
Aldeias	Vectorial	<i>CENACARTA</i>	Usado como base para as análises espaciais
Vias de Acesso			
Divisão Administrativa			
Escolas	Alfanumérico	OCHA	Usado como base para as análises espaciais
Modelo Digital de Elevação	Matricial	QGIS + Open Topography DEM	Usado para verificar o comportamento do solo no que concerne a altimetria
Uso e Cobertura do Solo	Matricial	<i>Esri</i>	Analisar os tipos de cobertura que o distrito apresenta.

3.1.2. Ferramentas e Tecnologias Usadas

No desenvolvimento deste trabalho, a tecnologia desempenhou um papel essencial em todas as etapas do processo, desde a colecta e organização dos dados até as análises espaciais e a interpretação dos resultados. A necessidade de lidar com dados de informações geográficas requer uma infra-estrutura computacional adequada, composta por softwares especializados e equipamentos adequados para garantir precisão e eficiência nas operações realizadas.

Para a análise da acessibilidade às instituições públicas de ensino no distrito de Matutuíne, o QGIS foi a ferramenta principal, devido à sua capacidade de manipulação de dados espaciais, modelagem de redes e visualização cartográfica.

3.2. Métodos

Segundo Luckesi (1985), "métodos são procedimentos e técnicas, escolhas teóricas, cuja selecção é feita pelo pesquisador, visando um dado objectivo". Com base nessa perspectiva, esta secção apresenta a abordagem metodológica utilizada para a análise da acessibilidade a instituições públicas de ensino no distrito de Matutuíne.

A pesquisa foi desenvolvida com o suporte de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo a integração, manipulação e visualização de dados espaciais para a identificação de áreas com menor cobertura educacional. O uso dessa tecnologia possibilitou uma análise detalhada da acessibilidade, considerando factores como infra-estrutura viária, distribuição das escolas existentes e distância percorrida pelos alunos.

O processo metodológico foi estruturado em etapas essenciais, desde a colecta e processamento dos dados até a geração de mapas temáticos que auxiliam na tomada de decisões. Cada uma dessas etapas é detalhada ao longo deste trabalho e resumida no fluxograma apresentado.

3.2.1. Modelo digital de elevação

O Modelo Digital de Elevação (MDE) é uma representação matemática da superfície terrestre que contém informações de altura e elevação de todos os objectos presentes sobre a terra, como vegetação, construções e linhas de transmissão (Petrie & Kennie, 1990, como citado em Camana, 2016). Ele é

gerado a partir de técnicas digitais, como sensores orbitais, e permite o estudo de fenómenos sem a necessidade de trabalho directo em campo (Camana, 2016).

O relevo pode ser interpretado como um factor de restrição ao movimento do homem no espaço, principalmente em duas condições: quando em aclives, a força de atrito impõe limites muito elevados de energia ao ponto de tornar impraticável o movimento, isso se manifesta em declividades muito elevadas, e quando a vertente define formas escarpadas que dividem o espaço como uma parede natural (Ray & Ebener, 2008).

A topografia do terreno é importante de considerar porque pode influenciar (positivamente ou negativamente) sobre velocidade da viagem sobre uma cobertura do solo dada, dependendo do cenário de viagem. Isto é especialmente verdadeiro quando os pacientes estão caminhando ou usando 23 uma bicicleta para chegar a um estabelecimento de saúde (Ray, Santiago, Colombo, & Ebener, 2013). De um modo geral pode-se depreender que o relevo impõe restrições ao desempenho da velocidade.

Com o MDE, podemos alcançar diversos subprodutos como as curvas de nível, o mapa de declividade, mapas hipsométricos, perfis topográficos entre outros. Para o trabalho em questão o objectivo principal do MDE foi o mapa do declive.

Para análise de acessibilidade usando como variáveis principais a classe de uso e ocupação do solo e o declive devemos fazer uma análise anisotrópica, pois isso irá garantir que a percentagem de inclinação para fazer um percurso seja usada como vantagem para fazer o inverso desse percurso ou por outra, quando estamos perante um ponto baixo e pretendemos ir a um ponto relativamente alto perante o ponto baixo, o esforço executando é diferente para o percurso contrário.

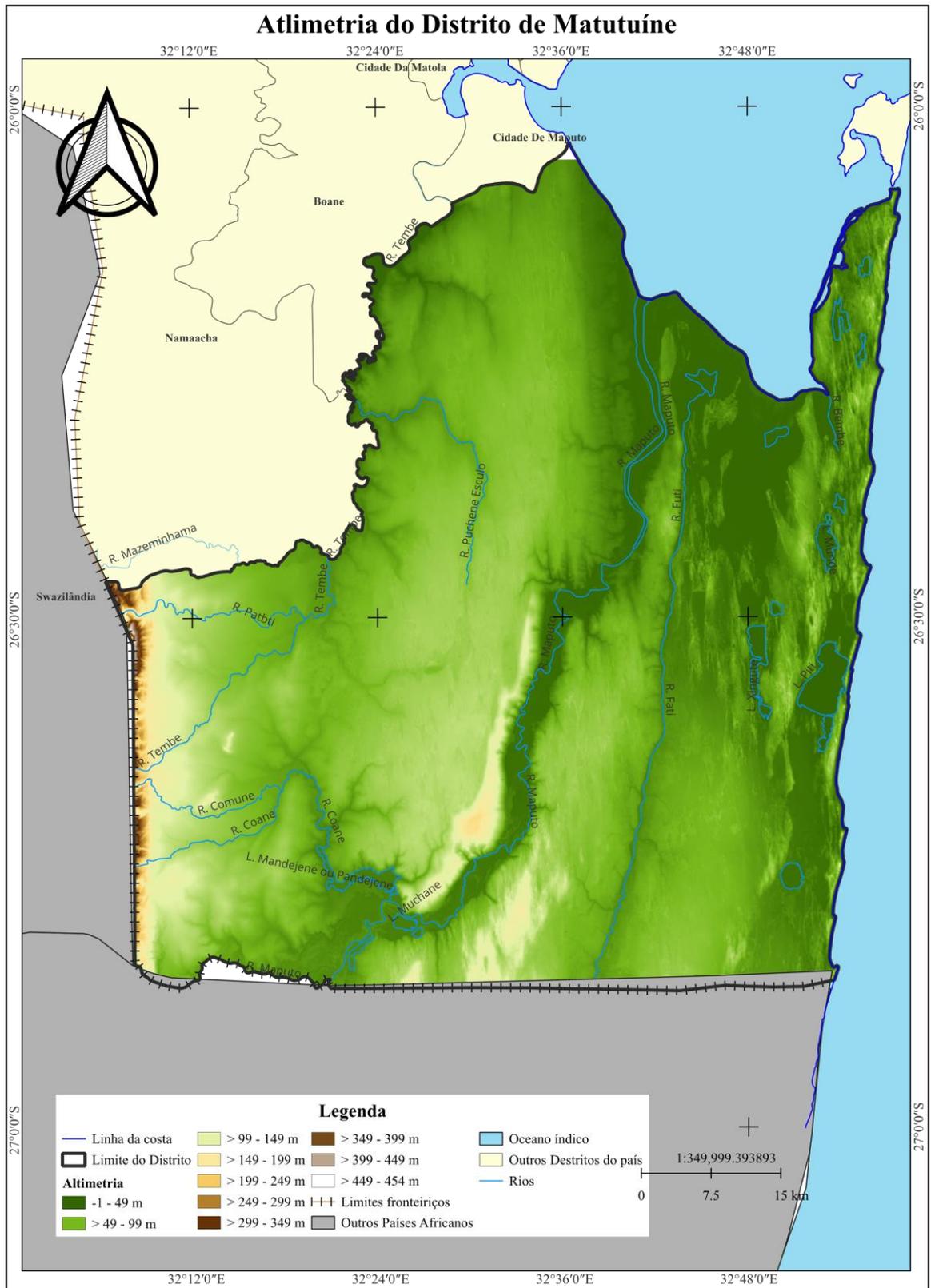


Figura 6: Modelo Digital de Elevação

3.2.2. Declividade

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) define a declividade como a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal, isto é, a taxa máxima de variação no valor da elevação, podendo ser medido em grau (0 a 90°) ou em percentagem (%), e a exposição é a direcção dessa variação medida em graus variando de 0 a 360°.

Conforme Silva (2010), a declividade é uma relação trigonométrica da diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos, ou seja, é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal, e auxilia na determinação da angulação da vertente. A análise da declividade permite evidenciar a distribuição das inclinações das superfícies do relevo, sendo esta característica muito importante quando da análise do uso e ocupação do solo de uma área, bem como do fluxo torrencial de superfície e os consequentes processos erosivos e deslizamento de materiais para o sistema de drenagem da bacia hidrográfica (De Paula, 2010).

Para o caso da área de estudo em questão, por possuir uma grande área relativamente plana, onde somente 0.8% da área possui altitudes acima de 200 metros o que proporciona um declive regular, contudo o declive também foi levado em conta para que a análise fosse mais completa. A declividade é extraída com base no MDE, e é apresentado em percentagem.

Note que a equação geral de cálculo de tempo de viagem leva em consideração apenas a distância e a velocidade, contudo para o trabalho em questão foi levado em conta o declive visto que para grau de inclinação os meios de locomoção podem ser ou não afectados, reduzindo ou aumentando assim o esforço efectuado.

Declividade de Matutuíne

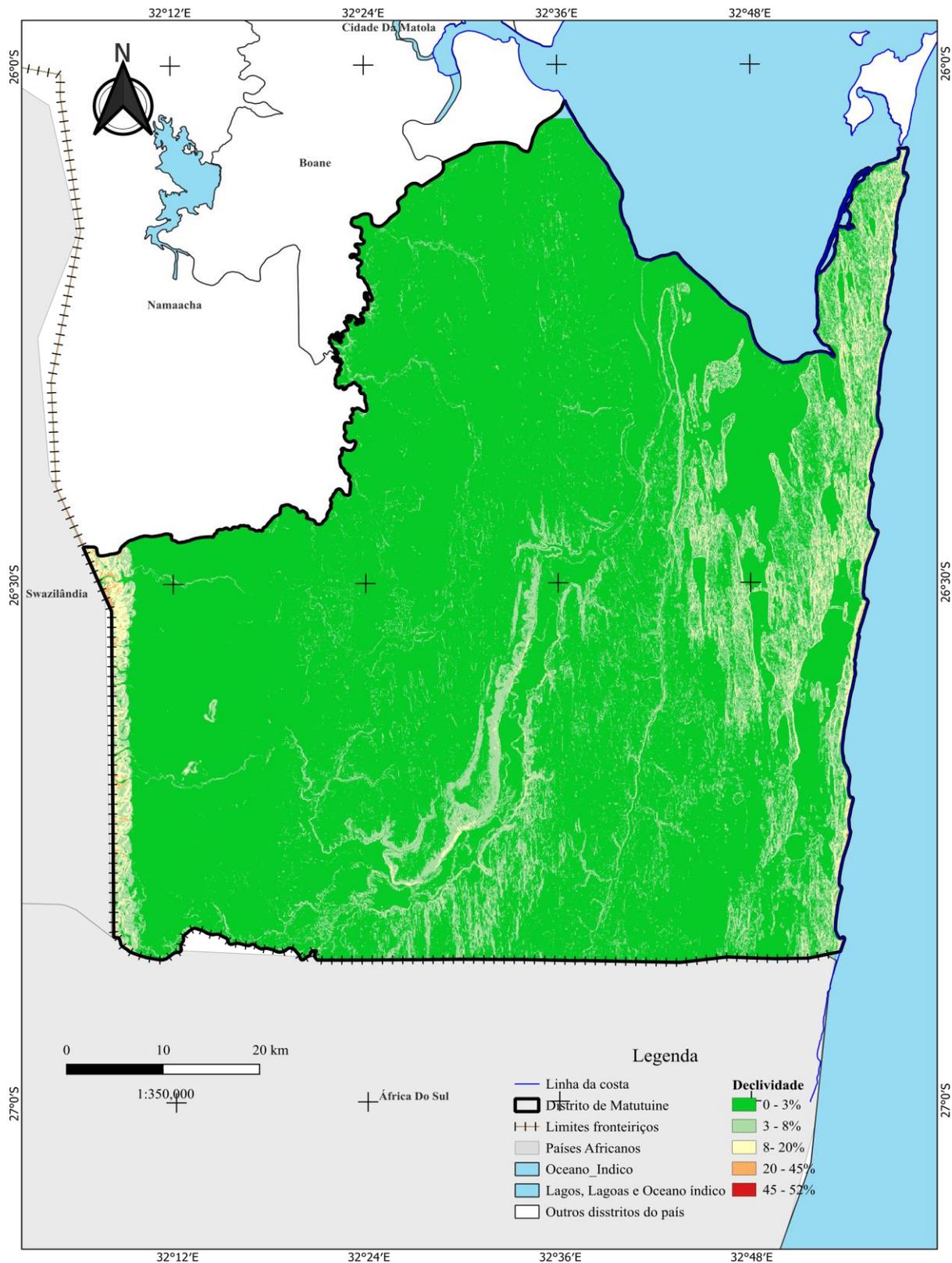


Figura 7: Mapa de Declividade

3.2.3. Uso e Cobertura do Solo

O mapa de uso e cobertura do solo é um documento de grande valor para a análise da distribuição dos objectos geográficos no espaço e serve como um material de consulta que auxilia a interpretação da paisagem. A observação desse produto permite interpretar a distribuição das populações no espaço, uma vez que nele estão descritas tematicamente as classes de uso humano e as coberturas naturais, que em certa medida, oferecem uma percepção das porções ocupadas da superfície terrestre (Ferreira, 2011).

Para o trabalho em questão o mapa de uso e cobertura de solo foi bastante crucial, visto que é um dos factores levados em conta para a análise de acessibilidade e assim determinar o tempo ou custo de viagem. Para cada classe de uso e ocupação do solo existem uma velocidade que cada meio de locomoção pode alcançar como é mostrado na tabela que se segue.

Cobertura do Solo	Caminhada (km/h)	Bicicleta (km/h)	Motorizado (km/h)
Água	0.06	--	--
Vegetação de média densidade	4	10	10
Terras húmidas	3	8	10
Campos de cultivo	5	12	15
Área habitacional	5	15	50
Solo exposto	6	18	20
Vegetação de baixa densidade	5	12	15
Rodovias principais	--	25	100
Rodovias secundárias	--	20	70
Estradas de terra	--	15	20

Velocidades estimadas por (Black et al., 2004) para os diferentes tipos de cobertura do solo.

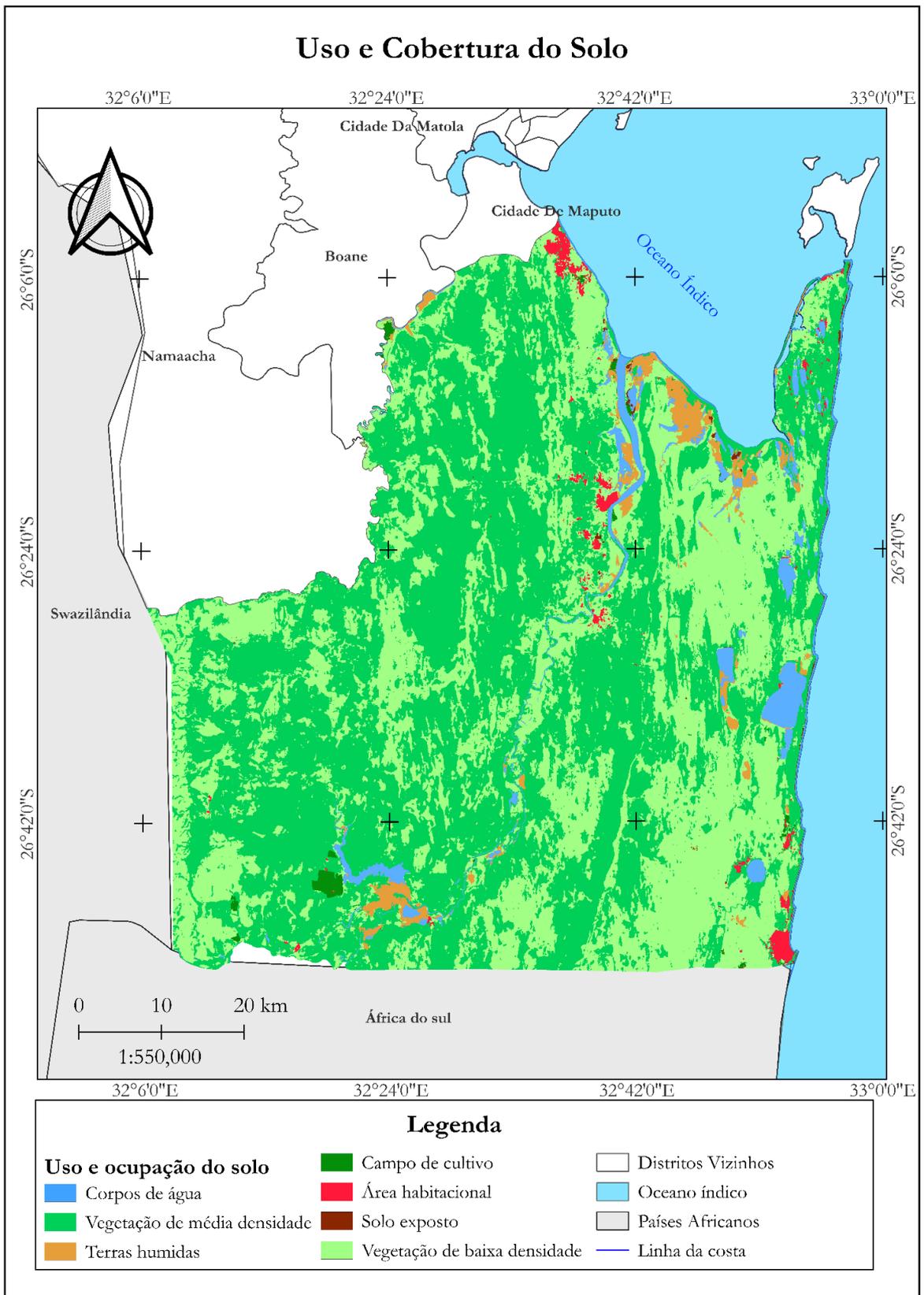


Figura 8: Uso e cobertura do solo

3.2.4. Barreiras Geográficas

O conceito de barreira geográfica advém da ideia de obstáculos naturais ou artificiais que orientam a organização dos fluxos numa dada estrutura de circulação e criam distâncias relativas no espaço. Estas barreiras actuam activamente no trajecto das populações rurais e mercadorias pelo território, pois interferem na geometria das vias de circulação em torno dos objectos da paisagem: hidrografia, florestas, relevos escarpados, cercamentos rurais, entre outros. Boa parte da rede de circulação é orientada por imposições desses objectos, sobretudo os de ordem natural. Nesses casos, o desenho das vias de circulação adquire uma forma física inseparável às barreiras, ou seja, sua geometria é resultado das limitações estabelecidas pelas feições e formações naturais (Ferreira & Raffo, 2013).

A Reserva Especial de Maputo, localizada dentro da área de estudo no distrito de Matutuíne, constitui uma área de conservação de biodiversidade que visa proteger ecossistemas frágeis, espécies emblemáticas e promover a conservação da natureza em harmonia com o desenvolvimento sustentável. Áreas de conservação como esta enquadram-se no conceito de Unidades de Conservação da Natureza, definidas como “espaços territoriais legalmente protegidos, destinados à preservação dos ecossistemas naturais e dos processos ecológicos” (IUCN, 2013). Segundo Shafer (1999), as áreas protegidas desempenham um papel essencial na conservação da biodiversidade, mas também implicam restrições significativas ao uso do solo, acesso e circulação, especialmente quando o seu estatuto de proteção é elevado. Estas restrições são justificadas do ponto de vista ambiental, mas têm impactos colaterais importantes nas comunidades que vivem nas proximidades ou no interior das zonas tampão.

No contexto do presente estudo, a Reserva Especial de Maputo constitui uma barreira geográfica de carácter legal e físico, dado que as actividades humanas, incluindo a construção de infra-estruturas como estradas ou escolas, são fortemente limitadas no seu interior. Isto afecta directamente a acessibilidade a serviços públicos como a educação, pois obriga os residentes das comunidades circundantes a percorrerem trajectos mais longos e indirectos, desviando-se da área protegida.

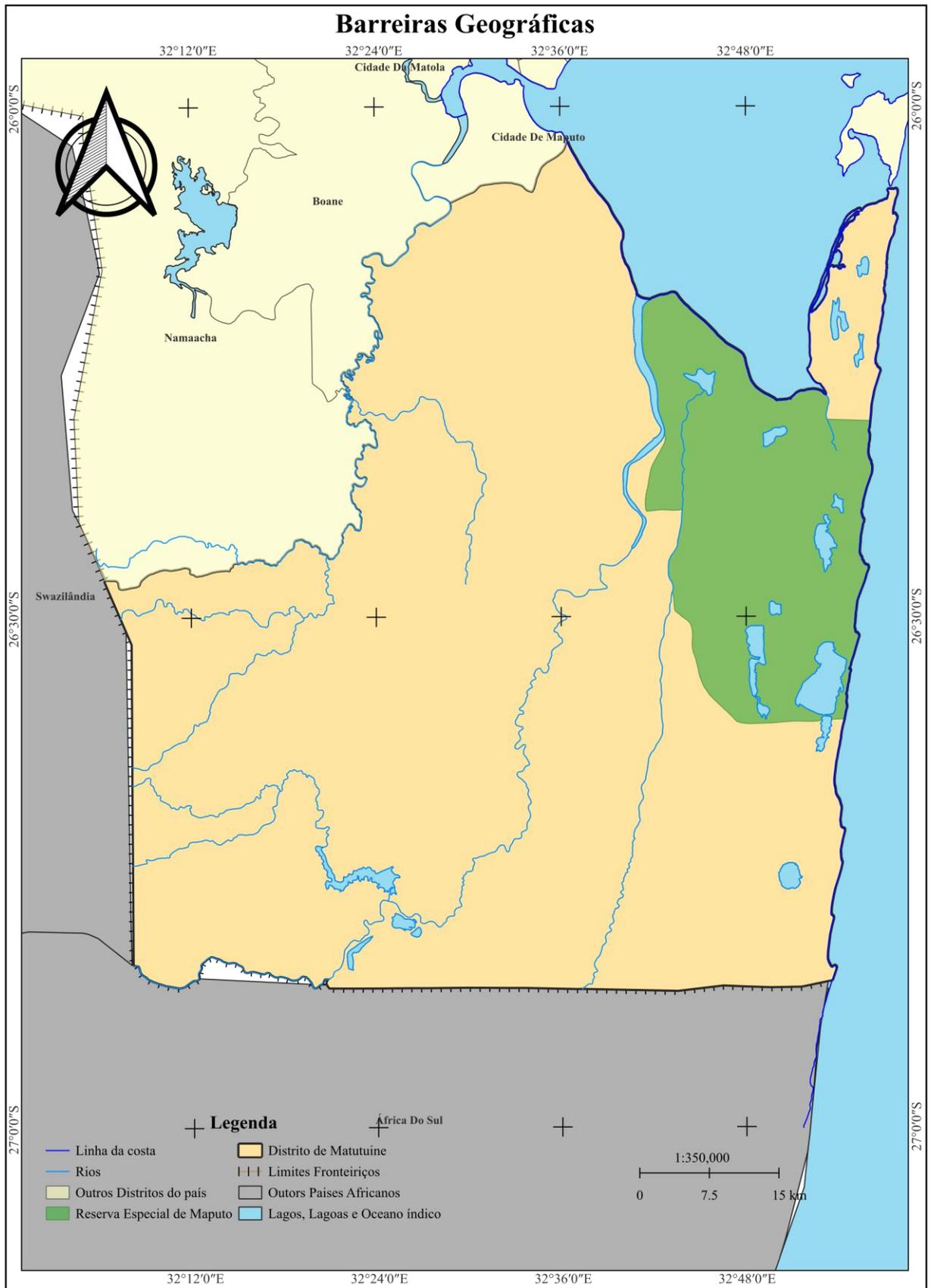


Figura 9: Barreiras que condicionam a acessibilidade

3.2.5. Cálculo do tempo de viagem

A fórmula geral do cálculo de tempo ou custo de viagem comumente não leva em conta o declive, apenas a distância e a velocidade, para o estudo em caso foi levada em conta a fórmula de Tobler (1993) de modo a incluir o declive na nossa análise.

$$T = \frac{D}{(v * f(m))} \quad (1)$$

Onde:

- T = Tempo de viagem (horas)
- D = Distância (em km)
- f(m)= Factor de ajuste de velocidade pela inclinação
- v = Velocidade (km/h)

3.2.6. Identificação de possíveis lugares para novas escolas

No contexto do presente trabalho, a aplicação do modelo MCLP foi fundamentada na necessidade de identificar locais ótimos para novas escolas no distrito de Matutuíne, partindo dos resultados obtidos na análise de acessibilidade já realizada. Esta análise baseou-se num mapa de custo acumulado em segundos, onde foram integradas variáveis como uso e cobertura do solo, declividade e barreiras naturais (rios), de modo a estimar o tempo real de deslocação até à escola mais próxima.

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{i \in I} a_i * y_i \quad (2)$$

Onde:

I: conjunto de aldeias (pontos de procura);

a_i : Peso da aldeia (considerou se o número de habitantes);

y_i : Variável binária 1 se a aldeia i está coberta; 0 caso contrário

Lembrar que é possível ir mais além com essa fórmula levando em conta mais variáveis, Contudo, no âmbito deste trabalho, esse foi o critério considerado.

3.2.7. Fluxograma Metodológico

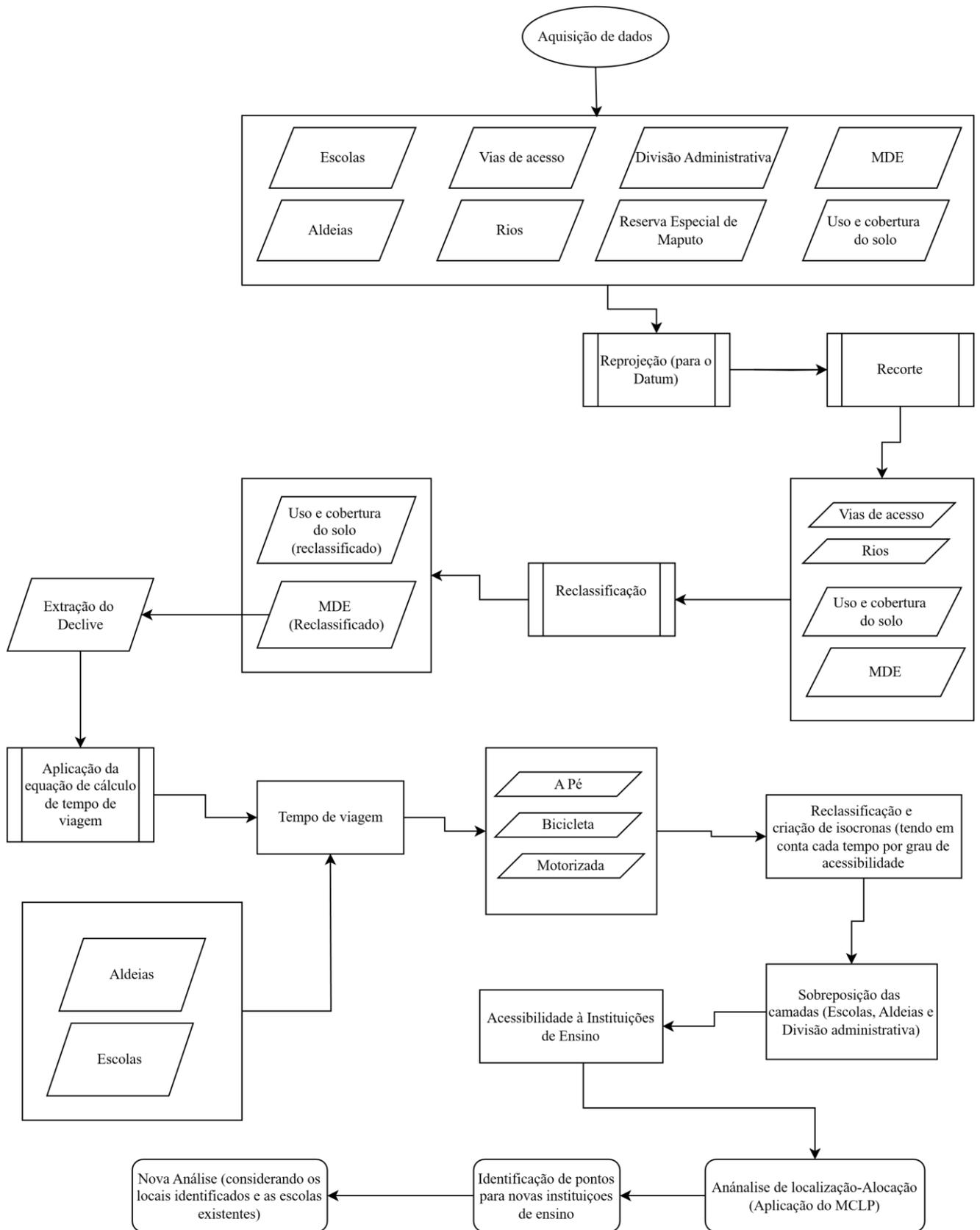


Figura 10: Fluxograma Metodológico

4.1. Resultados

A delimitação das áreas de influência das escolas foi realizada por meio do algoritmo de custo acumulado no QGIS, considerando factores como:

- ❖ Uso e cobertura do solo (velocidades específicas por tipo de terreno);
- ❖ Relevo (declividade impactando a velocidade de deslocamento);
- ❖ Vias de acesso (estradas pavimentadas e não pavimentadas);
- ❖ Barreiras geográficas (rios sem pontes, áreas alagadas).

O tempo de viagem foi calculado combinando distâncias e velocidades ajustadas por declividade, seguindo a abordagem de análise anisotrópica, onde o movimento em aclives é penalizado em comparação com declives (Tobler, 1993). O tempo de viagem foi categorizado em três classes de acessibilidade, baseadas em critérios consolidados na literatura (Cunha & Silva, 2010; WHO, 2017):

- Alta acessibilidade: ≤ 30 minutos;
- Média acessibilidade: 30 – 60 minutos;
- Baixa acessibilidade: > 60 minutos.

Esses critérios são usados pelo o AccessMod, na análise de acessibilidade as unidades de saúde, foi feita uma alteração para o estudo em questão onde se usou o mesmo critério para caminhada ou locomoção a pé e um intervalo de 15 e 10 minutos para bicicleta e motorizada respectivamente.

Tabela 3: Intervalo de tempo para os graus de acessibilidade

Grau de Acessibilidade	Tempo (a pé)	Tempo (bicicleta)	Tempo (motorizada)
Baixa	> 60 Minutos	> 30 Minutos	> 20 Minutos
Media	>30 e ≤ 60 Minutos	>15 e ≤ 30 Minutos	>10 e ≤ 20 Minutos
Alta	< 30 Minutos	< 15 Minutos	< 10 Minutos

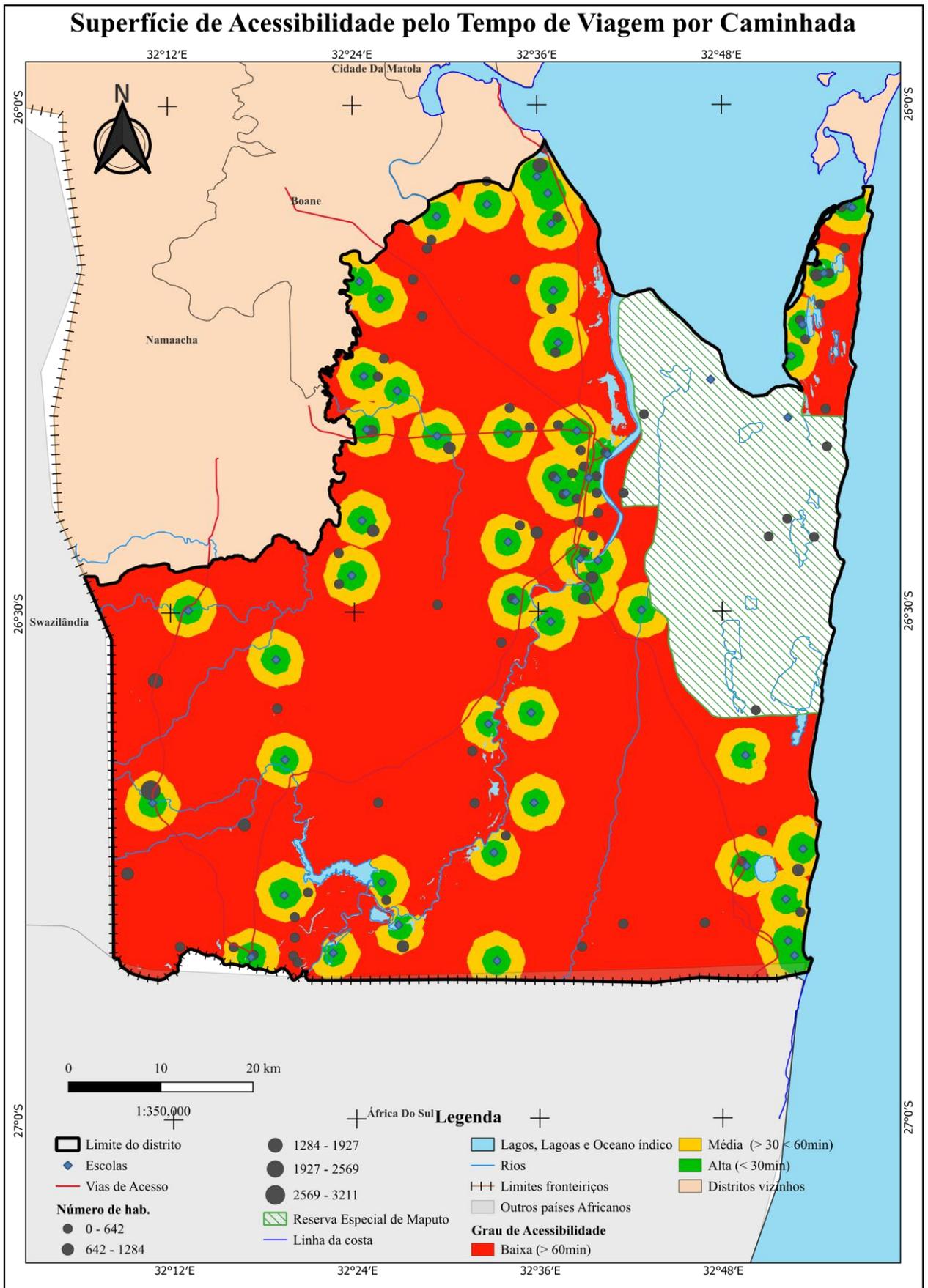


Figura 11: Superfície de acessibilidade pelo tempo de viagem a pé

Identificação da Escola Mais Próxima

Para determinar a escola mais acessível a cada aldeia, utilizou-se a ferramenta "Sample Raster Values" no QGIS, extraindo o tempo de deslocamento directamente do raster de custo acumulado para os pontos das aldeias. Esse método permitiu:

- Adicionar uma coluna na tabela de atributos das aldeias com o tempo mínimo até a escola mais próxima.
- Classificar cada aldeia conforme os limiares de acessibilidade (Alta, Média, Baixa).

Nome da Aldeia	Tempo de Viagem (minutos)	Grau de Acessibilidade
Bairro '1'	72.85	Baixa
Bairro '3'	53.20	Media
Bairro '4'	19.25	Alta
Bairro '5'	19.79	Alta
Bejile	46.69	Media
Bela Vista	3.79	Alta
Capezulo	36.99	Media
Catuane	5.41	Alta
Chipfaluine	86.77	Baixa
Chivambo	28.69	Alta
Cuache	103.58	Baixa
Cumbane dambo	16.41	Alta
Dabissa	53.85	Media
Djabula	33.02	Media
Dlovo	141.73	Baixa
Dunha	55.04	Media
Felipe	49.74	Media
Gala	-----	Reserva Especial de Maputo
Guamanda	100.47	Baixa
Guebeza	44.63	Media
Hindane	10.85	Alta
Huco	187.18	Baixa
Ildzaca(Tuchamanine)	152.13	Baixa
Jabuca	53.43	Media
Keticane	102.44	Baixa
Kufa	36.95	Media
Languene	11.54	Alta
Mabilibili	8.74	Alta
Mabuluco	143.83	Baixa
Macassane	71.99	Baixa
Machia	-----	Reserva Especial de Maputo

Madjuba	19.80	Alta
Maduvula	172.21	Baixa
Mahau	166.44	Baixa
Majajane	-----	Reserva Especial de Maputo
Malatxota	38.76	Media
Malongane	33.83	Media
Mamoli	77.21	Baixa
Manhangane	26.12	Alta
Manhiane	33.11	Media
Manhique	38.14	Media
Maphanga	13.99	Alta
Massindla	16.26	Alta
Massuane	-----	Reserva Especial de Maputo
Mastinga	35.12	Media
Mathawene	26.29	Alta
Mbocodo	21.50	Alta
Mbuingana	-----	Reserva Especial de Maputo
Mhala	70.48	Baixa
Mpissi	42.11	Media
Mpompi	7.00	Alta
Msanguene	45.19	Media
Mudissa	31.14	Media
Mussongue	49.51	Media
Mutlocolote	30.39	Media
Nandloovo	66.03	Baixa
Ncassane	106.24	Baixa
Ncunvana	170.21	Baixa
Ndelane	63.04	Baixa
Ndhalala/Ndala	169.68	Baixa
Ngomene	15.77	Alta
Nguenha	77.05	Baixa
Nhonguane-Sede	10.70	Alta
Nunane	50.86	Media
Nvuncuza	-----	Reserva Especial de Maputo
Phatimane(Mendoca)	55.45	Media
Phuza	281.57	Baixa
Pochane	36.06	Media
Ponta d'ouro	45.61	Media
Povoacao(Djabissa)	88.12	Baixa
Salamanga A	19.09	Alta
Salamanga B	19.65	Alta
Samiel	67.98	Baixa
Santaca	96.33	Baixa

Tanga	46.54	Media
Tchutchua	175.63	Baixa
Tinonganine	8.63	Alta
Tsholombana	-----	Reserva Especial de Maputo
Xihatho	181.17	Baixa
Zihale	89.71	Baixa
Zitundo	10.9	Alta

Tabela 4: Tempo de viagem por caminhada para chegar a escola mais próxima

Podemos perceber pela tabela que grande parte das aldeias ficam situadas a uma baixa acessibilidade das escolas, fazendo com que a população percorra longas distâncias a pé para poder frequentar uma instituição de ensino pública, como podemos ver em forma de percentagem no gráfico abaixo.

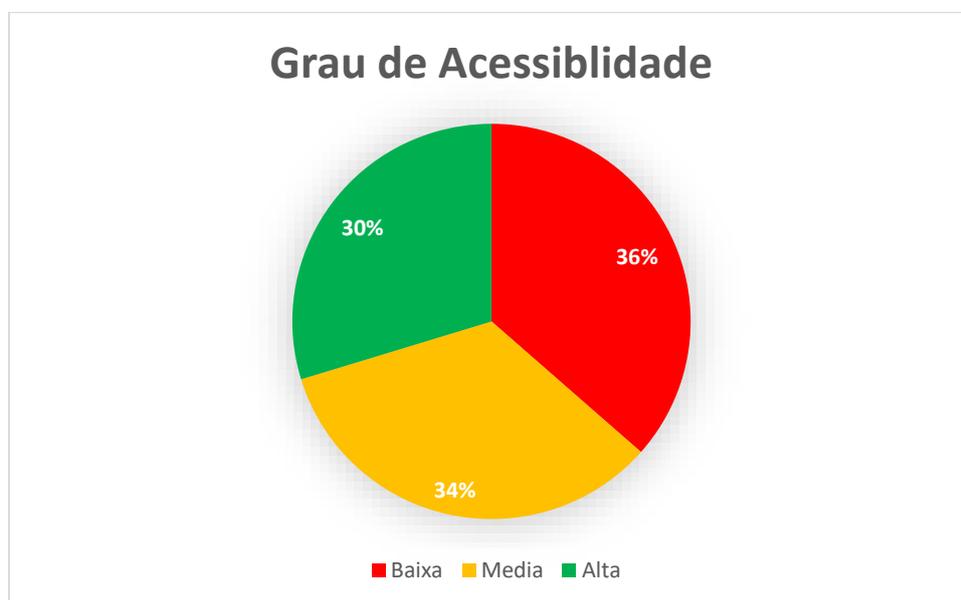


Gráfico 1: Percentagem de acessibilidade para cada grau para caminhada

A análise mostra que 36% das aldeias têm baixa acessibilidade a pé, com tempos superiores a 60 minutos de deslocamento até a escola mais próxima. Este é o dado mais alarmante, pois a caminhada é o meio predominante de deslocamento em zonas rurais de baixa renda, como é o caso de Matutuíne. A longa distância percorrida por crianças, muitas vezes com fome, sem calçado adequado e sob condições climáticas adversas, não apenas compromete o rendimento escolar, mas também aumenta o risco de abandono.

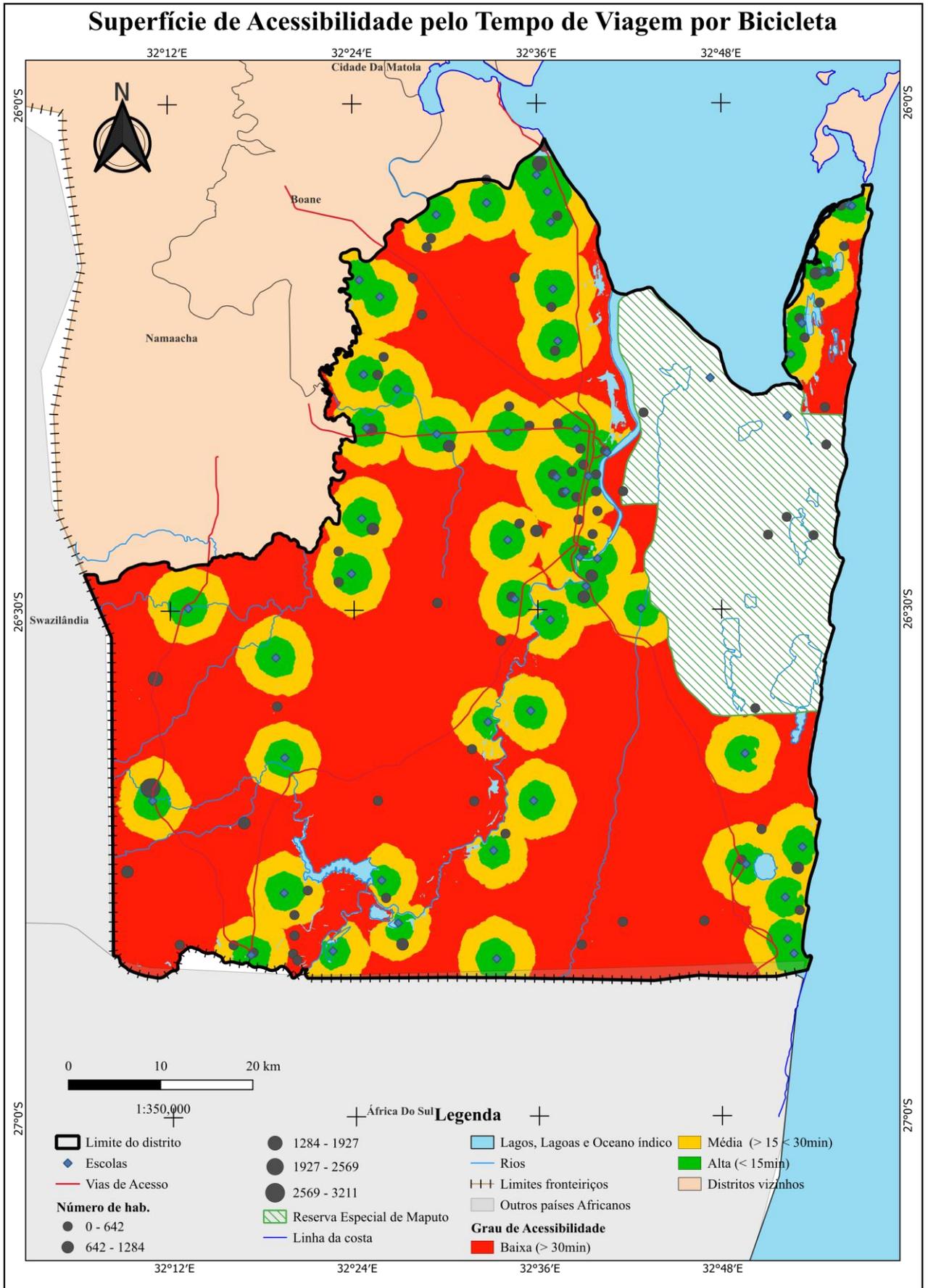


Figura 12: Superfície de acessibilidade pelo tempo de viagem por bicicleta

Nome da Aldeia	Tempo de viagem (minutos)	Grau de acessibilidade
Bairro '1'	26.06	Media
Bairro '3'	19.3	Media
Bairro '4'	7.15	Alta
Bairro '5'	7.24	Alta
Bejile	16.46	Media
Bela Vista	1.42	Alta
Capezulo	13.92	Alta
Catuane	1.99	Alta
Chipfaluine	31.81	Baixa
Chivambo	11.97	Alta
Cuache	37.92	Baixa
Cumbane dambo	5.74	Alta
Dabissa	19.19	Media
Djabula	11.95	Alta
Dlovo	51.49	Baixa
Dunha	20.23	Media
Felipe	18.09	Media
Gala	-----	Reserva Especial de Maputo
Guamanda	36.83	Baixa
Guebeza	17.17	Media
Hindane	3.82	Alta
Huco	68.8	Baixa
Ildzaca(Tuchamanine)	57.03	Baixa
Jabuca	18.7	Media
Keticane	38.4	Baixa
Kufa	13.03	Alta
Languene	4.58	Alta
Mabilibili	3.06	Alta
Mabuluco	58.08	Baixa
Macassane	27.11	Media
Machia	-----	Reserva Especial de Maputo
Madjuba	7.14	Alta
Maduvula	63.86	Baixa
Mahau	59.47	Baixa
Majajane	-----	Reserva Especial de Maputo
Malatxota	13.87	Alta
Malongane	13.52	Alta
Mamoli	29.81	Media
Manhangane	9.22	Alta
Manhiane	12.19	Alta
Manhique	13.82	Alta
Maphanga	5.23	Alta
Massindla	6.08	Alta

Massuane	-----	Reserva Especial de Maputo
Mastinga	12.88	Alta
Mathawene	9.22	Alta
Mbocodo	7.87	Alta
Mbuingana	-----	Reserva Especial de Maputo
Mhala	28.42	Media
Mpissi	16.34	Media
Mpompfi	2.56	Alta
Msanguene	16.9	Media
Mudissa	11.3	Alta
Mussongue	19.9	Media
Mutlocolote	10.96	Alta
Nandloovo	23.98	Media
Ncassane	39.22	Baixa
Ncunvana	63.37	Baixa
Ndelane	23.92	Media
Ndhalala/Ndala	64.55	Baixa
Ngomene	5.87	Alta
Nguenha	31.68	Baixa
Nhonguane-Sede	4.58	Alta
Nunane	17.8	Media
Nvuncuza	-----	Reserva Especial de Maputo
Phatimane(Mendoca)	21.16	Media
Phuza	100.46	Baixa
Pochane	13.26	Alta
Ponta d'ouro	16.61	Media
Povoacao(Djabissa)	33.24	Baixa
Salamanga A	6.96	Alta
Salamanga B	7.46	Alta
Samiel	24.62	Media
Santaca	34.94	Baixa
Tanga	17.34	Media
Tchutchua	65.83	Baixa
Tinonganine	3.40	Alta
Tsholombana	-----	Reserva Especial de Maputo
Xihatho	68.87	Baixa
Zihale	33.65	Baixa
Zitundo	4.31	Alta

Tabela 5: Tempo de viagem por bicicleta para chegar a escola mais próxima

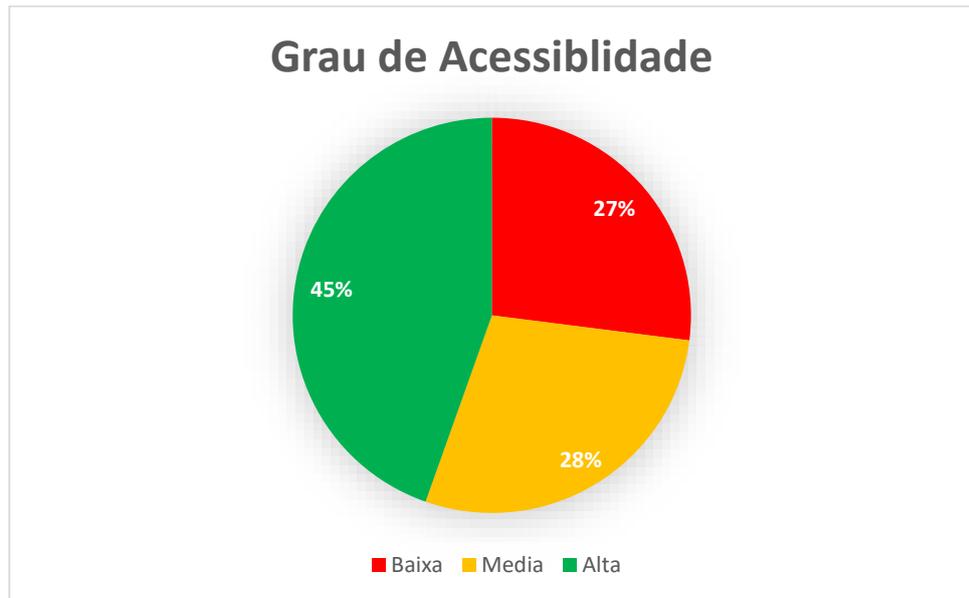


Gráfico 2: Percentagem de acessibilidade para cada grau para bicicleta

Na locomoção por bicicleta, os dados mostram uma melhoria significativa: apenas 27% das aldeias mantêm baixa acessibilidade, e o número de localidades com alta acessibilidade sobe para 45%. Embora essa análise mostre um cenário mais positivo, ela presume posse e uso efectivo de bicicletas, o que não é garantido.

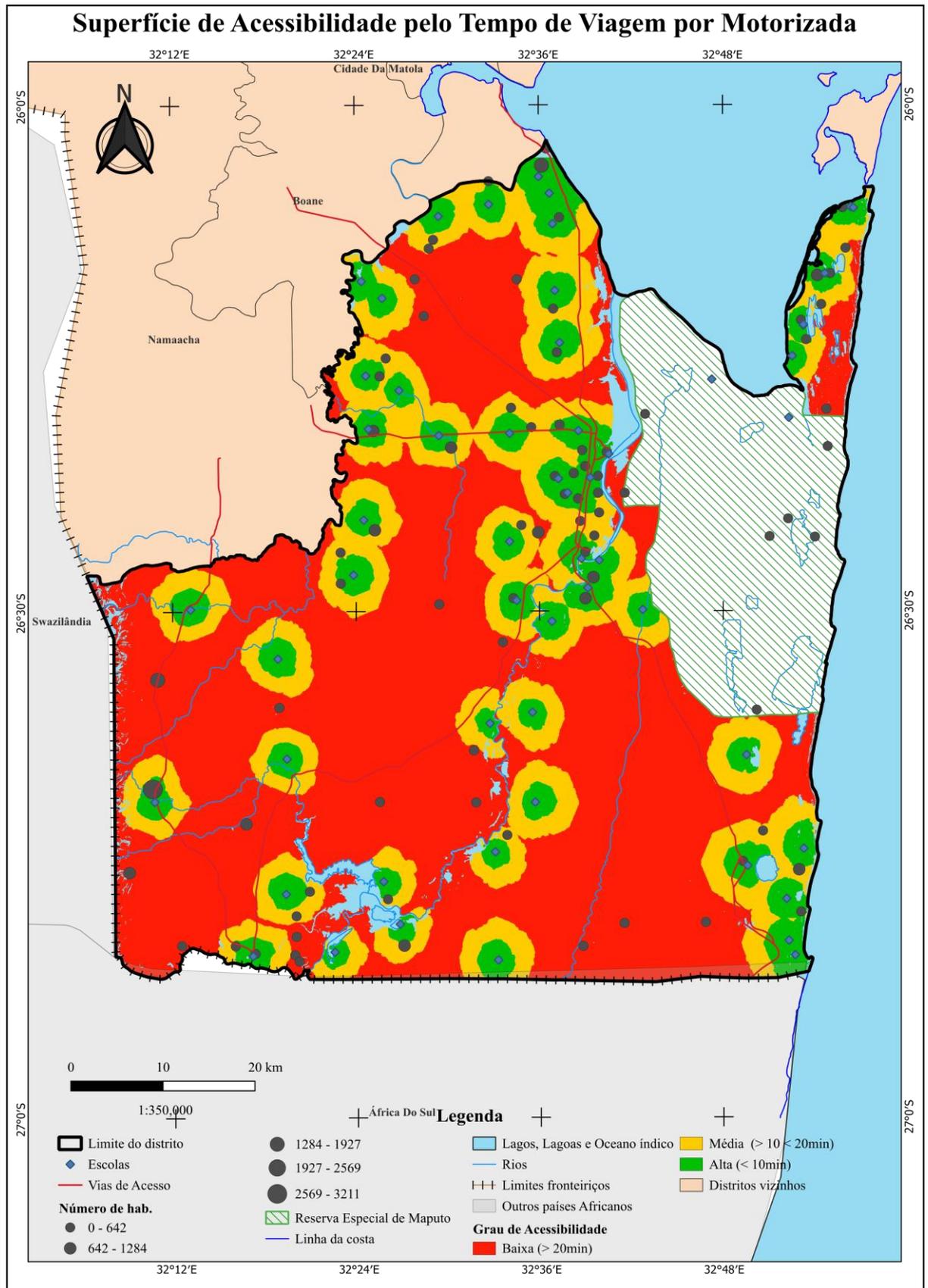


Figura 13: Superfície de acessibilidade pelo tempo de viagem por motorizada

Nome da Aldeia	Tempo de viagem (minutos)	Grau de acessibilidade
Bairro '1'	17.97	Media
Bairro '3'	13.99	Media
Bairro '4'	3.07	Alta
Bairro '5'	5.37	Alta
Bejile	11.20	Media
Bela Vista	0.57	Alta
Capezulo	7.18	Alta
Catuane	0.87	Alta
Chipfaluine	22.55	Baixa
Chivambo	6.70	Alta
Cuache	27.99	Baixa
Cumbane dambo	3.83	Alta
Dabissa	13.29	Media
Djabula	8.75	Alta
Dlovo	33.23	Baixa
Dunha	12.39	Media
Felipe	12.23	Media
Gala	-----	Reserva Especial de Maputo
Guamanda	24.89	Baixa
Guebeza	10.58	Media
Hindane	2.58	Alta
Huco	49.97	Baixa
Ildzaca(Tuchamanine)	40.45	Baixa
Jabuca	12.47	Media
Keticane	26.80	Baixa
Kufa	8.71	Alta
Languene	2.51	Alta
Mabilibili	2.01	Alta
Mabuluco	38.80	Baixa
Macassane	21.57	Baixa
Machia	-----	Reserva Especial de Maputo
Madjuba	4.38	Alta
Maduvula	45.22	Baixa
Mahau	41.19	Baixa
Majajane	-----	Reserva Especial de Maputo
Malatxota	9.52	Alta
Malongane	6.33	Alta
Mamoli	17.22	Media
Manhangane	5.87	Alta
Manhiane	9.32	Alta
Manhique	8.02	Alta
Maphanga	2.20	Alta
Massindla	3.84	Alta
Massuane	-----	Reserva Especial de Maputo
Mastinga	8.26	Alta

Mathawene	6.19	Alta
Mbocodo	3.72	Alta
Mbuingana	-----	Reserva Especial de Maputo
Mhala	18.03	Media
Mpissi	10.46	Media
Mpompi	1.88	Alta
Msanguene	8.79	Alta
Mudissa	6.61	Alta
Mussongue	15.1	Media
Mutlocolote	7.61	Alta
Nandloovo	12.4	Media
Ncassane	29.75	Baixa
Ncunvana	48.30	Baixa
Ndelane	14.73	Media
Ndhalala/Ndala	44.67	Baixa
Ngomene	3.66	Alta
Nguenha	24.07	Baixa
Nhonguane-Sede	2.76	Alta
Nunane	11.87	Media
Nvuncuza	-----	Reserva Especial de Maputo
Phatimane(Mendoca)	16.21	Media
Phuza	66.39	Baixa
Pochane	9.62	Alta
Ponta d'ouro	11.06	Media
Povoacao(Djabissa)	25.07	Baixa
Salamanga A	3.61	Alta
Salamanga B	3.01	Alta
Samiel	14	Media
Santaca	24.82	Baixa
Tanga	13.66	Media
Tchutchua	49.96	Baixa
Tinonganine	2.1	Alta
Tsholombana	-----	Reserva Especial de Maputo
Xihatho	48.74	Baixa
Zihale	22.92	Baixa
Zitundo	2.03	Alta

Tabela 6: Tempo de viagem por motorizada para chegar a escola mais próxima

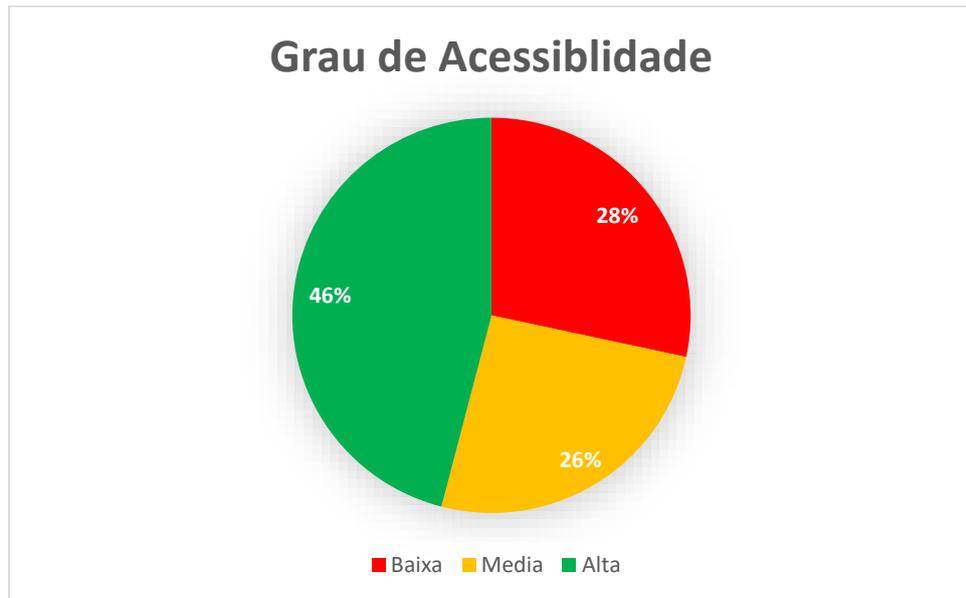


Gráfico 3: Percentagem de acessibilidade para cada grau para Motorizada

A acessibilidade por meios motorizados apresentou os melhores resultados: 46% das aldeias têm alta acessibilidade e apenas 28% estão em zona de baixa cobertura. Isso mostra que, do ponto de vista técnico, a rede viária permite um deslocamento eficiente em muitos casos — quando há acesso a transporte motorizado. Contudo, essa forma de transporte não está disponível à maioria dos estudantes, especialmente em contextos rurais como Matutuíne.

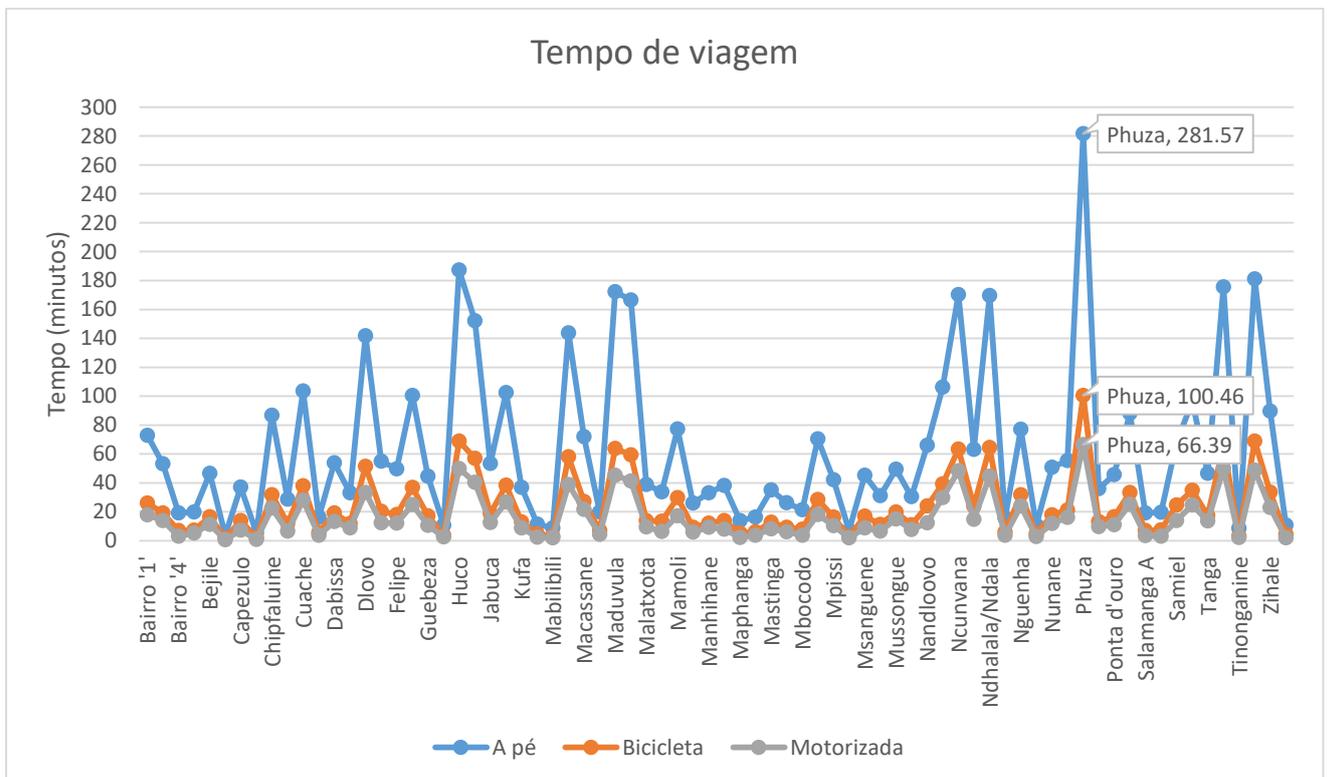


Gráfico 4: Tempo de viagem Combinado (a pé, bicicleta e Motorizada)

A partir do raster de custo acumulado, classificaram-se as aldeias em três grupos de acessibilidade: alta (até 30 minutos), média (entre 31 e 60 minutos) e baixa (acima de 60 minutos). As aldeias situadas na classe baixa foram seleccionadas como prioritárias para intervenção.

Para identificar zonas com maior concentração de aldeias mal servidas, utilizou-se o método de Estimção de Densidade por Kernel (KDE), tal como proposto por Silverman (1986). Esta técnica permitiu gerar uma superfície raster que evidenciou os "hotspots" de necessidade. O raster foi reclassificado e vectorizado, sendo os centroides das zonas de maior densidade definidos como pontos candidatos para novas escolas.

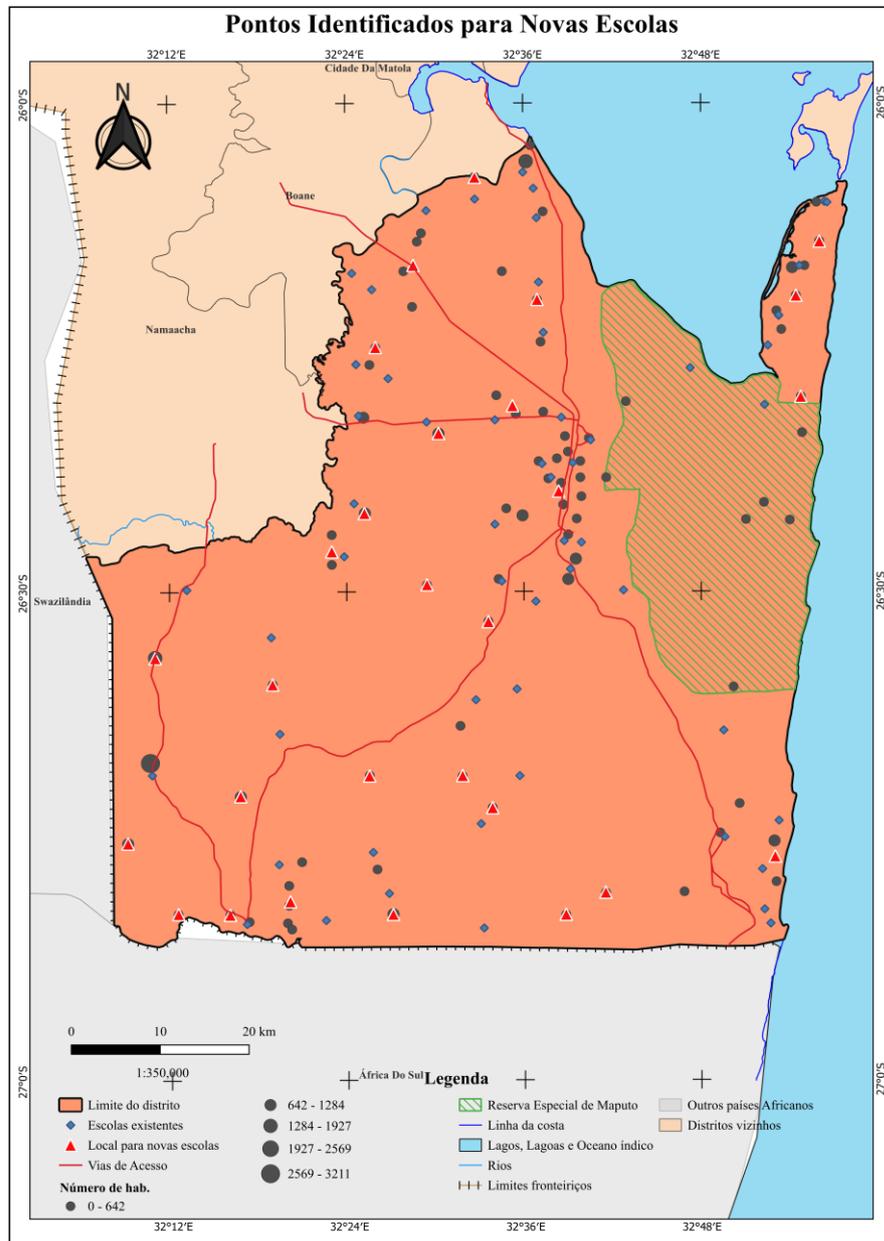


Figura 14: Pontos propostos para alocação de novas escolas

Feita a identificação de possíveis pontos para implantação de novas escolas, como forma de validação foi refeita a análise de custo distância de modo a verificar o quão influente seriam esses novos pontos para a redução de aldeias com um grau de acessibilidade baixa. Nessa análise foi considerada apenas o tempo de viagem por caminhada.

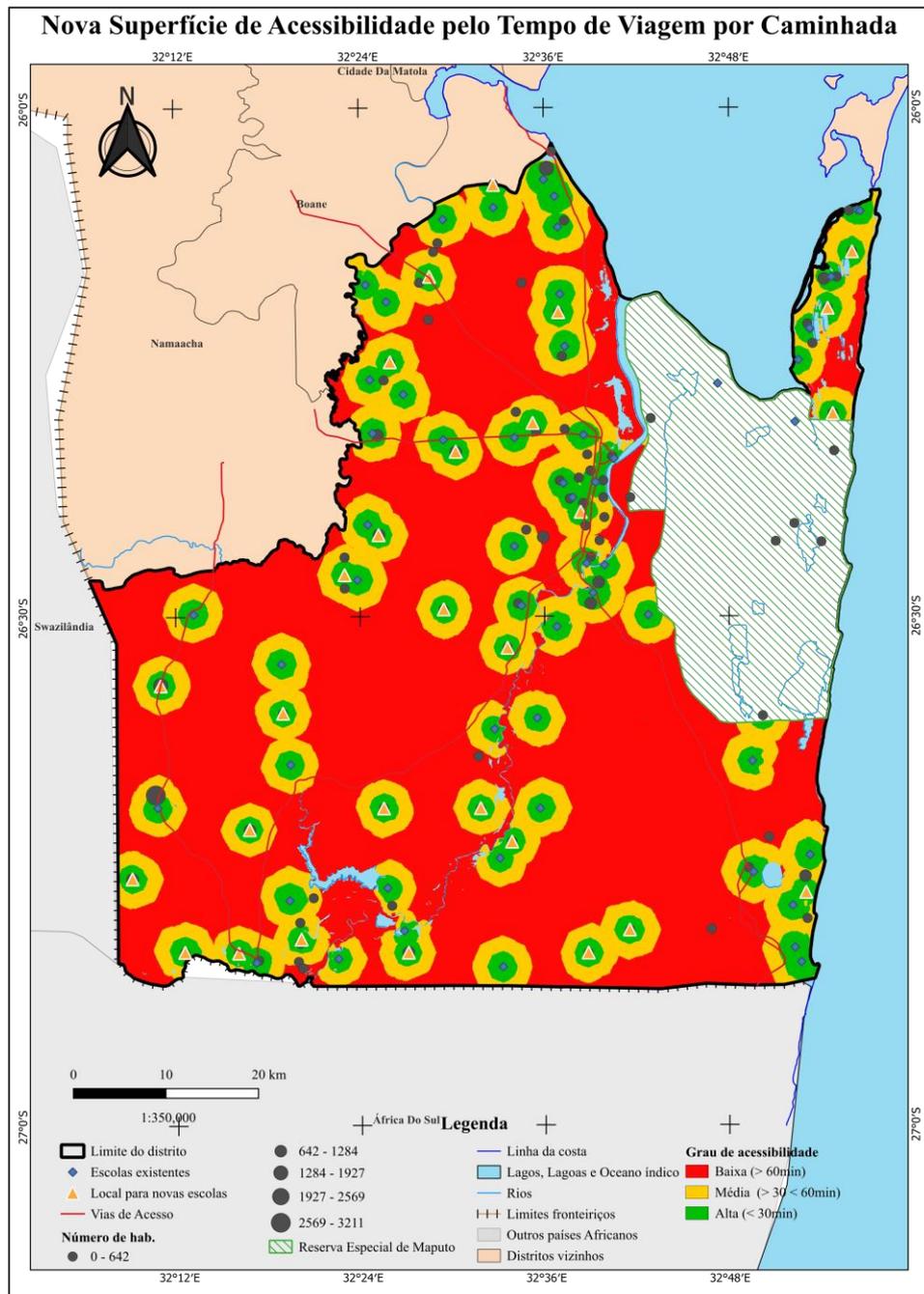


Figura 15: Superfície de acessibilidade por caminhada considerando os pontos para alocação de novas escolas

É notável o quão impactante seriam as implantações de novas escolas nos pontos identificados a partir do modelo de localização-alocação.

Nome da Aldeia	Tempo de viagem	Grau de Acessibilidade
Bairro '1'	55.50	Media
Bairro '3'	51.92	Media
Bairro '4'	18.94	Alta
Bairro '5'	19.03	Alta
Bejile	21.75	Alta
Bela Vista	3.96	Alta
Capezulo	36.20	Media
Catuane	5.23	Alta
Chipfaluine	84.66	Baixa
Chivambo	27.53	Alta
Cuache	89.39	Baixa
Cumbane dambo	15.68	Alta
Dabissa	0.40	Alta
Djabula	29.68	Alta
Dlovo	138.08	Baixa
Dunha	53.19	Media
Felipe	1.48	Alta
Gala	-----	Reserva Especial de Maputo
Guamanda	9.17	Alta
Guebeza	0.48	Alta
Hindane	10.55	Alta
Huco	0.40	Alta
Ildzaca(Tuchamanine)	0.36	Alta
Jabuca	34.14	Media
Keticane	63.53	Baixa
Kufa	0.51	Alta
Languene	11.14	Alta
Mabilibili	8.60	Alta
Mabuluco	0.87	Alta
Macassane	70.38	Baixa
Machia	-----	Reserva Especial de Maputo
Madjuba	19.29	Alta
Maduvula	0.76	Alta
Mahau	1.03	Alta
Majajane	-----	Reserva Especial de Maputo
Malatxota	37.56	Media
Malongane	33.00	Media
Mamoli	74.65	Baixa
Manhangane	25.33	Alta
Manhiane	1.08	Alta
Manhique	0.88	Alta
Maphanga	13.63	Alta

Massindla	15.67	Alta
Massuane	-----	Reserva Especial de Maputo
Mastinga	34.26	Media
Mathawene	25.46	Alta
Mbocodo	19.13	Alta
Mbuingana	-----	Reserva Especial de Maputo
Mhala	0.38	Alta
Mpissi	40.85	Media
Mpompi	6.51	Alta
Msanguene	44.03	Media
Mudissa	30.23	Media
Mussongue	0.67	Alta
Mutlocolote	29.46	Alta
Nandloovo	44.84	Media
Ncassane	0.20	Alta
Ncunvana	0.20	Alta
Ndelane	0.27	Alta
Ndhalala/Ndala	0.38	Alta
Ngomene	14.94	Alta
Nguenha	75.38	Baixa
Nhonguane-Sede	10.54	Alta
Nunane	45.51	Media
Nvuncuza	-----	Reserva Especial de Maputo
Phatimane(Mendoca)	36.63	Media
Phuza	0.40	Alta
Pochane	0.40	Alta
Ponta d'ouro	31.03	Media
Povoacao(Djabissa)	25.37	Alta
Salamanga A	18.81	Alta
Salamanga B	19.04	Alta
Samiel	31.82	Media
Santaca	0.80	Alta
Tanga	45.65	Media
Tchutchua	0.80	Alta
Tinonganine	8.29	Alta
Tsholombana	-----	Reserva Especial de Maputo
Xihatho	1.28	Alta
Zihale	49.94	Media
Zitundo	10.38	Alta

Tabela 7: Tempo de viagem por caminhada para chegar a escola mais próxima considerando os novos pontos

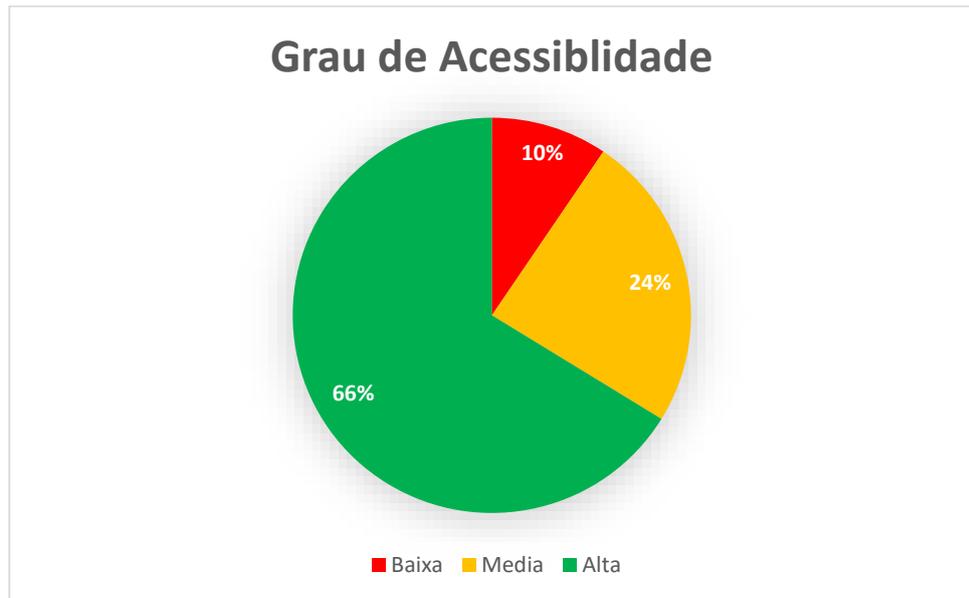


Gráfico 5: Percentagem de acessibilidade para cada grau para caminhada considerando a implantação de escolas nos pontos identificados

A partir da tabela e do gráfico acima mostram de forma clara como a implantação de novas escolas nos pontos localizados pode ter um impacto positivo no acesso à educação pelas comunidades de Matutuíne. Quando comparado a primeira análise baseada nas escolas existente actualmente, percebemos de forma fácil que temos um elevado número de aldeias localizadas em áreas de baixa acessibilidade, tendo exactamente 36% das aldeias fora do grau de acessibilidade alto ou médio, o que reflectia em um número considerável de crianças percorrerem elevadas distância para aceder a escola.

Os novos pontos identificados reduziram essa taxa para 10% uma redução considerável para a realidade moçambicana. Estas localizações permitiriam aproximar a escola para as comunidades que mais precisam, encurtando distância, facilitando a frequência regular e contribuindo para o não abandono escolar.

4.2. Discussão

Moçambique enfrenta desafios estruturais no sector educativo, como a distribuição desigual de escolas, infra-estruturas inadequadas e altas taxas de analfabetismo, especialmente em zonas rurais. O estudo destaca que muitas comunidades no distrito de Maturúne precisam percorrer longas distâncias (frequentemente mais de uma hora a pé) para aceder a uma escola, o que constitui uma barreira grave ao direito à educação.

A análise revela que 36% das aldeias têm baixa acessibilidade (tempo de deslocação superior a 60 minutos a pé), 30% têm acessibilidade média (30-60 minutos) e apenas 34% têm alta acessibilidade (menos de 30 minutos). Esses resultados reflectem a realidade de muitas áreas rurais em Moçambique, onde a falta de infra-estruturas educacionais e de vias de acesso adequadas limita o acesso à educação.

Impactos dos diferentes modos de locomoção

- ❖ Por Caminhada: O modo mais comum de deslocação, mas também o mais limitante, com 36% das aldeias em situação crítica.
- ❖ Bicicleta: Melhora significativamente a acessibilidade (apenas 27% das aldeias com baixa acessibilidade), mas pressupõe a posse de bicicletas, o que nem sempre é realidade para famílias de baixa renda.
- ❖ Transporte motorizado: Oferece os melhores resultados (apenas 28% das aldeias com baixa acessibilidade), mas é inacessível para a maioria da população rural devido aos custos e à falta de infra-estrutura viária adequada.

Proposta de Novas Escolas

A aplicação do modelo de localização-alocação (MCLP) identificou pontos estratégicos para a construção de novas escolas, reduzindo a percentagem de aldeias com baixa acessibilidade de 36% para 10%. Esta abordagem é tecnicamente sólida e pode ser replicada noutros distritos com desafios similares. No entanto, a implementação dessas propostas depende de factores como financiamento, vontade política e participação comunitária, que nem sempre são considerados em análises técnicas.

5.1. Conclusão

Este trabalho procurou compreender uma realidade que, embora muitas vezes invisível nos mapas oficiais, é profundamente sentida no dia-a-dia de milhares de crianças e famílias do distrito de Matutuíne: a longa e difícil caminhada até à escola. Utilizando ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), foi possível transformar dados espaciais em conhecimento que revela onde as desigualdades no acesso à educação se tornam mais duras e mais injustas.

Ao longo da investigação, foi possível localizar e mapear todas as instituições públicas de ensino do distrito, revelando que muitas delas estão afastadas das comunidades que mais precisam. Com base nos dados analisados, percebeu-se que mais de um terço das aldeias exige um percurso superior a uma hora a pé até à escola mais próxima. Numa região onde a maioria das famílias depende da caminhada como principal meio de locomoção, esta distância representa não só um esforço físico, mas um verdadeiro obstáculo ao direito fundamental à educação.

Foram testadas também outras formas de deslocação, como o uso de bicicleta ou motorizada. Embora os resultados tenham sido mais favoráveis, é importante lembrar que nem todas as famílias têm acesso a esses meios — sobretudo as mais pobres. Assim, os mapas aqui apresentados não são apenas representações geográficas: são retratos de desigualdade social e, simultaneamente, instrumentos que podem ajudar a transformá-la.

Além disso, foi possível identificar quais as comunidades que vivem em zonas com maior défice de cobertura escolar, e com base nisso, propor locais estratégicos para a construção de novas escolas. Esta proposta teve como base o modelo de localização-alocação, que procura, com os poucos recursos disponíveis, alcançar o maior número possível de crianças.

Cada mapa, cada dado, cada cálculo teve um propósito maior: dar voz a comunidades esquecidas e oferecer ao Estado e aos seus parceiros uma base sólida para decidir com justiça onde investir. Porque mais do que distâncias e tempo de viagem, este trabalho fala de sonhos interrompidos, de crianças que desistem de aprender por falta de estrada, de banco, ou simplesmente por não conseguirem chegar.

Portanto, mais do que responder aos objectivos técnicos definidos no início desta investigação — que foram plenamente alcançados — este trabalho pretendeu colocar a ciência ao serviço da dignidade humana. Porque onde há uma criança a caminhar duas horas até à escola, há também uma urgência que não pode ser ignorada. onde houver um mapa como este, há uma oportunidade de fazer diferente.

5.2. Recomendações

Com base nos resultados alcançados, torna-se evidente que o acesso à educação no distrito de Matutuíne ainda está longe de ser universal e inclusivo. Para ultrapassar esta realidade, recomenda-se:

- ❖ Construção de novas escolas em zonas identificadas como críticas (as localidades que apresentam baixa acessibilidade devem ser prioritárias nas políticas públicas. As propostas de localização resultantes da análise de localização-alocação devem ser consideradas pelas autoridades distritais e provinciais, de modo a garantir que mais crianças estudem perto de casa e com dignidade).
- ❖ Reforçar o uso de SIG no planeamento educativo nacional (este trabalho mostra o potencial transformador dos Sistemas de Informação Geográfica no planeamento).
- ❖ Envolver as comunidades nas decisões sobre educação (as comunidades conhecem melhor do que ninguém as dificuldades locais. Ouvi-las, respeitar os seus saberes e incluir a sua voz nos processos de planeamento é uma forma de garantir que as soluções propostas sejam realmente adequadas e sustentáveis).

5.3. Limitações

Como qualquer trabalho científico, esta investigação também enfrentou limitações que importa reconhecer:

- ❖ Disponibilidade e actualização dos dados espaciais (alguns dados usados (como população por aldeia ou rede viária actualizada) estavam desactualizados. Isso pode ter afectado a precisão de alguns cálculos. Reforça-se, por isso, a importância de manter bases de dados geoespaciais actualizadas e acessíveis ao público).
- ❖ Falta de dados qualitativos (este trabalho focou-se em dados espaciais e quantitativos. No entanto, entrevistar a comunidade teria acrescentado uma dimensão mais humana e emocional à análise, ajudando a compreender melhor os motivos do abandono escolar ou da não frequência).

Referências Bibliográficas

- ❖ BIOFUND. (2019). *Perfil do Distrito de Matutuíne*. Disponível em <https://biblioteca.biofund.org.mz>
- ❖ Câmara, G., & Carvalho, M. (2002). Exploratory data analysis with GIS. *Geographical Analysis*, 34(3), 245-256.
- ❖ Camana, J. C. (sem data). *Modelos Digitais De Elevação: Aplicações Em Bacias Hidrográficas*.
- ❖ Castells, M. (1999). A sociedade em rede. Paz e Terra.
- ❖ Chicava, A. K. A., & Machama, O. A. C. (2020). Políticas e desafios do ensino básico no sistema nacional de educação moçambicana. *Revista Amor Mundi*, 1(2), 89–100. <https://doi.org/10.46550/amormundi.v1i2.2>
- ❖ Corrêa, F. D. A., & Lorena, L. A. N. (2006). Aplicação da relaxação lagrangeana e do algoritmo genético construtivo na solução do problema probabilístico de localização-alocação de máxima cobertura. *Gestão & Produção*, 13(2), 233–244. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000200006>
- ❖ Danese, L., Lazzari, M., & Murgante, B. (2008). Kernel density estimation for spatial analysis in GIS. *Journal of Spatial Information Science*, 4, 89-102.
- ❖ Ferreira, R. V., & Raffo, J. da G. (2013). Visualização cartográfica da acessibilidade geográfica aos postos de saúde da região rural de Registro (SP) [Cartography of geographic access to rural health care services of the region of Registro (SP)]. *Confins*, 18.
- ❖ Fortmann-Roe, S., Lee, J., & Tiemann, J. (2012). Spatial data analysis and interpolation methods: The role of kernel density estimation in geographical analysis. *Environmental Modelling & Software*, 33, 147-152.
- ❖ Freire, P. (n.d.). Do ensino à aprendizagem.
- ❖ Gonçalves, A., et al. (2007). Utilização de análises multicritério para planejamento urbano em SIG. *Revista de Estudos Urbanos e Regionais*, 12(1), 45-62.
- ❖ Gonçalves, A. C. P. (2024). *O DIREITO À EDUCAÇÃO E A EXTENSÃO DA OBRIGATORIEDADE DA EDUCACAO... 29*.
- ❖ Govan, V. (n.d.). Modelos de análise de acessibilidade rodoviária em SIG.
- ❖ GPM. (2015). Perfil Ambiental E Mapeamento Do Uso Actual Da Terra Nos Distritos Da Zona Costeira De Moçambique.

- ❖ IUCN – International Union for Conservation of Nature. (2013). Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland: IUCN.
- ❖ Iva, V. (2024, 3 de fevereiro). Superlotação afecta aprendizagem na EPC da Ponta do Ouro. *MMO Notícias*. <https://noticias.mmo.co.mz/2024/02/superlotacao-afecta-aprendizagem-na-epc-da-ponta-do-ouro.html>
- ❖ Joaquim, P. da P. (2015). *Os Sistemas de Informação Geográfica e a análise multicritério para o estudo da acessibilidade e mobilidade da rede escolar no município de Humpata/Angola*. Dissertação de Mestrado em Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica, Universidade de Lisboa.
- ❖ Lima, L. C. (2003). Atributos aos diferentes tipos de educação: formal, não formal e informal. In *Anais do Congresso de Pesquisa em Educação* (pp. 143-150). UFSCar.
- ❖ Lurdes Maria Werle de Almeida (1999). Desenvolvimento De Uma Metodologia Para Análise Locacional De Sistemas Educacionais Usando Modelos De Interação Espacial E Indicadores De Acessibilidade.
- ❖ Magalhães, J. (1998). História e historiografia das instituições escolares. In *História da Educação*.
- ❖ Malezewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.
- ❖ Martins, É., de Lisboa, & Pereira, P. (n.d.). A influência da organização do sistema de deslocamentos casa-escola-casa sobre os resultados académicos dos estudantes.
- ❖ METP. (2018). O Financiamento Da Educação básica Em Moçambique: Passado, Presente E Futuro.
- ❖ Ray, N., & Ebener, S. (2008). AccessMod 3.0: Computing geographic coverage and accessibility to health care services using anisotropic movement of patients. *International Journal of Health Geographics*, 7(1), 63. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-63>
- ❖ Santos, S. M. B. D., Franca-Rocha, W. D. J. S., Bento-Gonçalves, A. J., & Baptista, G. M. D. M. (2017). Quantificação e avaliação dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina e entorno no período de 2007 a 2016. *Revista Brasileira de Cartografia*, 69(4). <https://doi.org/10.14393/rbcv69n4-44329>
- ❖ Silva, E. A., & Delgado, O. C. (2018). O processo de ensino-aprendizagem e a prática docente: reflexões. *Revista Espaço Acadêmico*, 8(2), 40-52.
- ❖ Song, Y., et al. (2014). spatial analysis of urban public services and accessibility: A case study using GIS. *Urban Studies Journal*, 51(2), 307-324. <https://doi.org/10.1177/0042098013492238>

- ❖ Shafer, C. L. (1999). US national park buffer zones: historical, scientific, social, and legal aspects. *Environmental Management*, 23(1), 49–73. <https://doi.org/10.1007/s002679900170>
- ❖ Unesco. (2017). Educação para os objectivos de desenvolvimento sustentável: Objectivos de aprendizagem. *UNESCO Brazil*.
- ❖ Verran, P. G., Alegre, P., & de, D. (2014). *UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS COMGRAD- GEOGRAFIA*.
- ❖ Vettorazzi, D. C. A. (sem data). *SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (II)*.