



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Ciências de Informação Geográficas

**Análise da Distribuição Espacial de Doenças: O
HIV/SIDA como modelo**

Autor: Diana Paulo Sozinho

Maputo, Abril de 2025



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Ciências de Informação Geográfica

**Análise da Distribuição Espacial de Doenças: O HIV/SIDA como
modelo**

Autor: Diana Paulo Sozinho

Supervisor: Mestre Márcio Fernando Mathe

Maputo, Abril de 2025

Dedicatória

Aos meus pais, Paulo Sozinbo e Hortência Mazuze, pelo cuidado, educação e orientação.

À minha irmã Clara Paulo Sozinbo, por todo o suporte nesta longa jornada.

Declaração de Honra

Eu, **Diana Paulo Sozinho**, declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação 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.

Maputo, Dezembro de 2024

(Diana Paulo Sozinho)

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, sabedoria e perseverança que me concedeu ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço ao meu supervisor, Dr. Márcio Fernando Mathe, pelo acompanhamento, incentivo e orientação ao longo desta caminhada. O seu apoio foi fundamental para a realização deste estudo, proporcionando-me ideias, críticas e direções que enriqueceram não só o presente trabalho, mas também o meu percurso acadêmico.

Expresso, igualmente, o meu sincero reconhecimento ao corpo docente do curso de Ciências de Informação Geográfica, cujos ensinamentos e dedicação foram determinantes para a minha formação. A partilha de conhecimento e o compromisso com o ensino foram essenciais para o meu crescimento académico e profissional

Um agradecimento muito especial ao Lucas C. S. António, pela paciência e apoio incondicional em todos os momentos e ao meu irmão, Paulo Sozinho Jr., pelo apoio, e carinho ao longo desta jornada.

A minha gratidão estende-se à minha colega e amiga Nelma Romão Nhalungume, pelo seu apoio constante, partilha de experiências e incentivo ao longo deste percurso. Agradeço igualmente aos colegas Júlio Banze Jr. e Érico J. da Conceição Mathe, cujo companheirismo e apoio foram inestimáveis ao longo desta caminhada.

Por fim, um especial agradecimento a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação académica. O vosso suporte, incentivo e presença foram fundamentais para que este objetivo fosse alcançado. A todos, o meu mais sincero obrigado.

Resumo

Este estudo aborda a distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique e seus determinantes com base nos dados do Inquérito Nacional Sobre o Impacto do Sida (INSIDA) de 2021. Foi realizado mapeamento descritivo considerando a Situação Epidemiológica Nacional, a prevalência e incidência por faixa etária e gênero, e a variabilidade dos determinantes do HIV/SIDA nas diferentes províncias.

A análise revelou que as províncias de Zambézia, Sofala, Manica, Maputo e Gaza apresentam alta incidência e prevalência de HIV/SIDA, com maior concentração de casos na faixa etária de 15 a 49 anos, destacando-se os grupos de 15 a 24 anos e 35 a 49 anos. Observou-se também uma disparidade de gênero, com a incidência mais alta entre mulheres, especialmente nas idades reprodutivas.

No mapeamento dos determinantes, verificou-se que a circuncisão masculina, a população e o número de unidades sanitárias com serviços TARV apresentam distribuições espaciais desiguais. A circuncisão masculina foi mais elevada em províncias como Sofala, Zambézia e Tete, enquanto Gaza, Inhambane e Maputo mostraram menores taxas. A população tende a ser mais densa em Zambézia, Nampula e Sofala, enquanto as províncias menos populosas enfrentam maiores desafios no acesso ao tratamento, refletido na menor oferta de unidades com serviços TARV.

A análise espacial da distribuição do HIV/SIDA através de métodos como o Índice de Moran e o Índice Getis-Ord G^* revelou hotspots e clusters de alta concentração da doença, especialmente nas províncias do centro e norte do país, como Zambézia e Nampula. A regressão espacial autoregressiva (SAR) indicou que a variável "População" tem uma associação significativa com o número de casos de HIV, sendo que um aumento na população está correlacionado com um aumento no número de casos. A variável "Unidades Sanitárias com TARV" também teve um impacto significativo, sugerindo que a ampliação dos serviços de testagem e tratamento está associada a um aumento nos casos diagnosticados.

Por fim, o estudo demonstrou que, enquanto a circuncisão masculina não teve um impacto significativo, o aumento da população e a expansão de serviços de TARV são determinantes importantes na dinâmica da epidemia. O modelo SAR, com seu coeficiente de defasagem espacial negativo, evidenciou a complexidade e heterogeneidade da propagação do HIV/SIDA, sugerindo a necessidade de estratégias regionais adaptadas às especificidades locais para um controle mais eficaz da doença.

Este trabalho contribui para a compreensão da distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique, destacando a importância de fatores demográficos e de infraestrutura de saúde no controle da epidemia.

Palavras-chave: HIV/SIDA, Análise espacial, mapeamento descritivo, índice de Moran I, índice Getis Ord G, regressão espacial.

Abreviaturas

CD4 – Linfócito

COV – Crianças Orfãs e Vulneráveis

CMSC – Comunicação para Mudança de Comportamento Social

CMV – Circuncisão Masculina Voluntária

CNCS – Conselho Nacional de Combate ao Sida

DTS – Doenças Transmissíveis Sexualmente

GTM – Grupo Técnico Multi-sectorial

GWR – Geographically Weightened Regression

HIV – Human Immunodeficiency Virus

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INS – Instituto Nacional de Saúde

INSIDA – Inquérito Nacional sobre o Impacto do Sida

MISAU – Ministério da Saúde

PEN – Plano Estratégico Nacional

PEPFAR – Plano de Emergência do Presidente dos Estados Unidos para o Alívio da AIDS

PLASOC-M – Plataforma de Sociedade Civil para a saúde em Moçambique

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PrEP – Profilaxia pré-exposição

PVHS – Pessoas Vivendo com HIV/SIDA

TARV – Tratamento Anti-retroviral

RAMJ – Raparigas Adolescentes e Mulheres Jovens

RDH – Relatório de Desenvolvimento Humano

SCV – Supressão da Carga Viral

SIDA – Síndrome da Imunodeficiência Adquirida

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

UNICOM – Unidade de Comunicação e Advocacia

Índice

Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abreviaturas.....	v
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Introdução.....	1
1.1. Contextualização.....	1
Revisão de Literatura.....	7
2.1. Epidemiologia espacial.....	7
2.1.1. Tipos de Investigação em Epidemiologia Espacial.....	7
2.1.2. Sistemas de Informação Geográfica e Geoinformação aplicados à Saúde Pública.....	10
2.1.3. Importância da Análise Espacial em Epidemiologia.....	14
2.2. Técnicas de Análise de Distribuição de doenças em Epidemiologia Espacial.....	15
2.2.1. Métodos de Mapeamento de Doenças.....	15
2.2.2. Análise de Padrões de Distribuição Espacial de Doenças.....	18
2.3. Conceito e Contexto do Vírus e Síndrome da Imunodeficiência Humana – HIV/SIDA.....	25
2.3.1. HIV/SIDA em Moçambique.....	26
2.3.2. Políticas de Saúde e Intervenções Governamentais no Combate a HIV/SIDA.....	28
2.4. Variáveis espaciais Determinantes do HIV/SIDA.....	39
Material e Métodos.....	42
3.1. Área de Estudo.....	42
3.1.1. Localização Geográfica da Área de estudo.....	42
3.1.2. População e Condições e Económicas.....	43
3.1.3. Clima e Relevo.....	43
3.2. Aquisição de dados.....	44

3.2.1.	Dados epidemiológicos	44
3.2.3.	Processamento e Análise espacial.....	45
3.3.	Fluxograma Metodológico.....	51
Resultados e Discussões.....		52
4.1.	Mapeamento descritivo	52
4.1.2.	Prevalência e Incidência do HIV/SIDA	52
4.1.3.	Variabilidade dos Determinantes do HIV/SIDA	56
4.2.	Análise de Padrões e correlação espacial	58
4.2.2.	Análise de Cluster e Hotspots.....	58
4.2.3.	Regressão Espacial.....	60
4.2.3.1.	Regressão Linear Múltipla	60
4.2.3.2.	Regressão Espacial Autoregressiva	61
Conclusões e Recomendações		63
5.1.	Conclusões	63
5.2.	Limitações	63
5.3.	Recomendações.....	64
Referências.....		65

Lista de Figuras

Figura 1. Representação de casos de Cólera e localização de bombas de água (PINA et al., 2000).	8
Figura 2. Percentagem de casas construídas antes de 1950 em Nova Jersey baseado no Censo dos Estados Unidos reportados no nível de resolução de Blocos (Elliot & Wartenberg, 2004).	8
Figura 3. Variações geográficas da prevalência do HIV. Sobrepostos ao mapa estão os aglomerados identificados de forma independente pela estatística de varredura espacial de Kulldorff (sombreamento azul= baixo risco relativo; vermelho= alto risco relativo) (Tanser et al., 2009).	10
Figura 4. Componentes de um SIG, destacando módulos de análises espaciais ou geográficas (FILHO, 2000).	12
Figura 5. Representação esquemática dos 4M's (Nayak et al., 2021)	13
Figura 6. Mapa de amostras de Locais (pontos azuis) do DHS para cada país da área de estudo (Cuadros et al., 2017)	16
Figura 7. Mapa do número de casos de Coqueluche notificados nas microregiões do estado de Tocantins no período de 2010 a 2020 (Fonseca et al. 2023).....	18
Figura 8. Contextos Provinciais do HIV (CNCS, 2022)	28
Figura 9. Percuso da Comunicação para a Mudança Social e de Comportamneto	31
Figura 10. Esquema do Plano de 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV (CNCS, 2022)	36
Figura 11. Mapa de Localização da Área de estudo	42
Figura 12. Fluxograma Metodológico	51
Figura 13. Mapa da Situação Epidemiológica Nacional do HIV/SIDA 2021	54
Figura 14. Mapa de Prevalência do HIV/SIDA a nível de província, por faixa etária e gênero	55
Figura 15. Variabilidade dos Determinates do HIV/SIDA ano de 2021	57
Figura 16. Padrões de Distribuição de HIV/SIDA em Moçambique no ano de 2021	59

Lista de Tabelas

Tabela 1. Incidência anual de HIV em adultos dos 15 a 59 anos e dos 15 ou mais anos de idade, por sexo e idade (INSIDA, 2021).....	26
Tabela 2. Prevalência do HIV/SIDA por sexo e características demográficas.	27
Tabela 3. Acções Prioritárias dos 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV/SIDA (CNCS, 2022)	39
Tabela 4. Descrição dos Dados de pesquisa	45
Tabela 5. Descrição dos Recursos de pesquisa	45
Tabela 6. Sumário da Regressão Linear Múltipla	60
Tabela 7. Sumário da Regressão Espacial Autoregressiva.....	61

1.1. Contextualização

Segundo Fauci *et al.* (1996), HIV (Vírus da Imunodeficiência Humana) é um vírus que ataca o sistema imunológico, enfraquecendo a capacidade do corpo de combater infecções e doenças. Sem tratamento adequado, o HIV pode evoluir para a SIDA (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida), uma condição na qual o sistema imunológico está severamente comprometido (Deeks *et al.*, 2013). A infecção por HIV é transmitida principalmente por contato com fluidos corporais, como sangue, sêmen e fluidos vaginais, através de práticas sexuais desprotegidas, compartilhamento de agulhas e da transmissão vertical de mãe para filho (OMS, 2021).

A nível global, a epidemia de HIV/SIDA continua a ser uma crise de saúde pública significativa, de acordo com o ONUSIDA (2023), desde o início da epidemia, mais de 84 milhões de pessoas foram infectadas pelo HIV no mundo, resultando em aproximadamente 40 milhões de mortes relacionadas ao SIDA. Estima-se que até o ano de 2022 existiam aproximadamente 39 milhões de pessoas a viver com o HIV em todo o mundo (OMS, 2023).

O continente Africano é o mais afetado pela epidemia de HIV, respondendo por cerca de 70% das pessoas vivendo com o vírus globalmente (ONUSIDA, 2023). O estudo de Piot *et al.*, (2015), associa a propagação do HIV á fatores estruturais, como pobreza, desigualdade de gênero, estigma social e sistemas de saúde sobrecarregados.

No contexto Africano, a África Subsaariana é a região com maior incidência do HIV/SIDA, concentrando cerca de 59% dos casos registrados a nível do continente, correspondente á cerca de dois terços dos casos globais. Até 2022, cerca de 25,6 milhões de pessoas estavam infectadas pelo vírus do HIV na região, sendo as mulheres e jovens os grupos sociais mais vulneráveis (ONUSIDA, 2023). Ramjee & Daniels (2013), apontam as práticas culturais, baixa cobertura da educação sexual e desigualdade social e económica, co factores determinante na propagação do vírus do HIV/SIDA nesta região do continente africano.

Moçambique destaca-se como um dos países com a maior prevalência de HIV em África e no mundo, tendo atingido 13% da população adulta infectada pelo HIV/SIDA (INSIDA, 2021). A epidemia é caracterizada por desigualdades regionais significativas, com prevalências mais altas em zonas urbanas e nas províncias do sul, como Gaza e Maputo (MISAU, 2021). Gimbel *et al.* (2018), evidenciam que a

propagação da epidemia no país está associada à mobilidade populacional, acesso limitado a serviços de saúde e desigualdades socioeconômicas.

No que diz respeito às Políticas de saúde pública para mitigar o impacto do HIV, o país alinha-se às diretrizes da OMS, ONUSIDA e aos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável. Essas políticas focam principalmente em três áreas: prevenção, diagnóstico e tratamento (CNCS, 2022). A estratégia de prevenção engloba programas de conscientização sobre práticas sexuais seguras, distribuição gratuita de preservativos e campanhas de educação em saúde pública, muitas vezes realizadas em colaboração com ONGs (CNCS, 2022). Além disso, de acordo com o INS (2021), Moçambique adota a profilaxia pré-exposição (PrEP) para grupos de alto risco, como trabalhadores do sexo e homens que praticam relações sexuais com homens, como medida preventiva para reduzir a transmissão do vírus, sendo que a prevenção da transmissão vertical também é uma prioridade, com programas específicos para grávidas HIV-positivas, promovendo o uso de antirretrovirais para reduzir a chance de transmissão mãe-filho.

No âmbito de serviços de tratamento o CNCS, tem priorizado o fornecimento gratuito de Tratamento antirretroviral (TARVs), para promover a eficácia em controlar a carga viral, melhorando a qualidade de vida dos pacientes e reduzindo o risco de transmissão do vírus. O programa de TARVs segue o princípio de "tratamento como prevenção" (TasP), onde pessoas HIV-positivas em tratamento eficaz têm a Supressão da Carga Viral (SCV) tornando a probabilidade de transmissão reduzida. Além do TARVs, o país conta com o apoio de iniciativas globais, como o Plano de Emergência do Presidente dos Estados Unidos para o Alívio da AIDS (PEPFAR) e o Fundo Global, que fornecem financiamento e suporte técnico na assistência e tratamento do HIV/SIDA (CNCS, 2022).

Em 2022, o Conselho Nacional de Combate ao SIDA (CNCS) lançou o Roteiro de Prevenção de HIV 2022-2025, que reconhece a priorização geográfica como um elemento essencial para o sucesso dos programas de prevenção. Este documento estabelece como foco principal as Raparigas Adolescentes e Mulheres Jovens (RAMJ), um grupo particularmente vulnerável à infecção pelo HIV. O exercício de priorização realizado no país ordenou os 161 distritos de Moçambique com base na incidência de HIV, permitindo identificar as áreas mais críticas (CNCS & ONUSIDA, 2022). Além disso, o mapeamento de programas por local, abrangendo escolas e unidades sanitárias, foi implementado para melhorar a coordenação das ações de saúde. Este roteiro define pacotes de intervenção específicos para cada distrito, alinhados às orientações globais do ONUSIDA (2020), otimizando a utilização dos recursos disponíveis e orientando a definição de metas para intervenções, como a profilaxia pré-exposição (PrEP) (CNCS, 2022).

Essa abordagem de priorização geográfica está intimamente ligada aos conceitos de distribuição espacial. Segundo Bailey e Gatrell (1995), a distribuição espacial refere-se ao padrão ou disposição geográfica de um fenômeno em uma área específica. Elliot et al. (2001) complementam, afirmando que a distribuição espacial descreve como eventos, objetos ou processos estão organizados ou espalhados no espaço geográfico. No contexto do HIV, essa distribuição é frequentemente analisada por meio de padrões como hotspots e clusters, que fornecem uma compreensão detalhada das áreas mais afetadas.

Os *hotspots* são áreas geográficas onde há uma concentração significativamente elevada de casos de HIV em comparação com outras regiões, enquanto os clusters representam agrupamentos de casos que superam o esperado ao acaso (Elliot *et al.*, 2001). Técnicas de análise espacial, como a análise de clusters, permitem identificar essas áreas críticas, que são essenciais para estratégias de saúde pública. Em Moçambique, os hotspots podem indicar locais com alta vulnerabilidade devido a fatores como práticas de saúde inseguras, pobreza e barreiras no acesso a serviços médicos, fatores amplamente reconhecidos por estudos globais como contribuintes para a disseminação do HIV (ONUSIDA, 2023; Ramjee & Daniels, 2013).

1.2. Definição do problema

A epidemia de HIV/SIDA permanece um dos maiores desafios de saúde pública em Moçambique, marcada por uma distribuição geográfica desigual que evidencia diferenças significativas entre as províncias, como reportado nos dados do Inquérito de Indicadores de Imunização, Malária e HIV/SIDA (IMASIDA), juntamente ao Inquérito Nacional sobre o Impacto do HIV/SIDA (INSIDA). Em 2021, em todo o território nacional foi estimado cerca de 2,4 milhões de pessoas viviam com o vírus do HIV, das quais, aproximadamente 150.000 são crianças de 0 a 14 anos, representando uma faixa especialmente vulnerável devido às limitações no acesso ao tratamento adequado para essa idade. Em termos gerais, o país registou cerca de 223 novas infecções por dia e aproximadamente 107 óbitos diários relacionados ao HIV/SIDA (MISAU, 2021 & INS, 2021).

O estudo mais recente do INS indica que a prevalência do HIV mantém-se elevada nas províncias de Gaza (20,9%), Zambézia (17,1%), Maputo Cidade (16,2%), Maputo Província (15,4%) e Nampula (10,9%) , enquanto as províncias de Manica (7,9%), Niassa (8,0%), Tete (8,4%), apresentam taxas relativamente menores (INS, 2021). Embora os dados do estudo revelem um padrão geoespacial complexo e multifatorial, o estudo em questão, não apresenta uma abordagem espacial para a melhor compreensão da ocorrência do fenômeno no espaço geográfico.

A análise da distribuição espacial de doenças em Moçambique, especificamente o HIV/SIDA, enfrenta um desafio crítico: a escassez de dados espaciais/espacialização dos dados epidemiológicos disponíveis,

apesar do impacto significativo do HIV na saúde pública e no desenvolvimento do país. A ausência de dados georreferenciados limita a aplicação de métodos de análise espacial para identificar padrões espaciais, criar modelos de predição, o estudo da correlação entre doenças e factores/variáveis espaciais locais, a modelação de cenários e indentificação de áreas prioritárias para intervenção, condicionando o entendimento do impacto dos determinantes do HIV na distribuição espacial do fenómeno.

Desta forma, surge a seguinte questão de estudo: *Como os determinantes sociais, económicos e espaciais influenciam a distribuição geográfica do HIV/SIDA em Moçambique?*

1.3. Justificativa

A distribuição desigual da prevalência do HIV entre as diferentes províncias indica que factores espaciais, geográficos e socioeconómicos desempenham um papel crucial na propagação do vírus. No entanto, a compreensão dessas dinâmicas ainda é limitada, o que dificulta a formulação de políticas públicas eficazes e adaptadas às necessidades regionais.

O presente estudo justifica-se pela necessidade urgente de uma análise aprofundada da distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique. Por outro lado, a escassez de estudo com foco no território nacional, denota uma lacuna geográfica na medida em que, maior parte dos estudos sobre o HIV/SIDA, focam na descrição global ou com abrangência de áreas maiores como é o caso de estudos na Região Subsaariana de África, o que limita a compreensão de como os factores espaciais influenciam a distribuição da epidemia especificamente em Moçambique. Existe, ainda, um déficite na disponibilidade de dados de Saúde Pública. Esta escassez de dados empíricos públicos, que permitam explorar detalhadamente a distribuição do HIV/SIDA e sua relação com as variáveis espaciais sugere a existência de uma lacuna empírica.

1.4. Relevância

Primeiramente, o presente estudo contribuirá para o campo académico, oferecendo uma análise detalhada da relação entre Ciências de Informação Geográfica, e saúde pública em um contexto africano. Essa contribuição é importante dado que a pesquisa em saúde global reconhece cada vez mais a importância dos determinantes sociais e espaciais na saúde. Em segundo lugar, o estudo possui implicações práticas significativas para a formulação de políticas de Saúde Públicas em Moçambique. Ao identificar os factores que contribuem para a alta prevalência de HIV em determinadas regiões e as barreiras ao acesso a serviços de saúde em outras, o estudo fornecerá subsídios para intervenções mais direcionadas e eficazes, na medida em que localiza todos os pontos críticos (hotspots) da incidência do HIV/SIDA, assim como agrupamentos que possam ocasionar o surgimento de novos pontos críticos e vectores de disseminação do vírus. Por exemplo, estudos como os de Fotheringham *et al.* (2002) demonstram que a análise espacial pode auxiliar na priorização de campanhas de sensibilização, direcionando-as para comunidades com

maior vulnerabilidade. Além disso, segundo Elliott *et al.* (2001), a modelagem espacial de padrões de saúde e o estudo da correlação entre doenças e variáveis geoespaciais, podem ser usados para monitorar a disseminação de doenças e prever áreas com risco crescente, permitindo intervenções antecipadas.

Outro aspecto relevante é a identificação de barreiras geográficas e sociais ao acesso a serviços de saúde. Estudos como o de López-Quílez *et al.* (2008) mostram que a análise de clusters e hotspots pode revelar desigualdades espaciais no acesso aos cuidados de saúde, ajudando na definição de políticas voltadas à ampliação da cobertura em áreas remotas ou negligenciadas..

1.5. Objectivos

Objectivo geral

O objectivo geral do presente estudo é analisar a distribuição espacial do HIV/SIDA por província em Moçambique.

Objectivos específicos

- ✓ Efectuar o mapeamento descritivo do HIV/SIDA em Moçambique;
- ✓ Mapear as variáveis determinantes do HIV/SIDA em Moçambique
- ✓ Identificar de aglomerados/agrupamentos (*Clusters*) de HIV/SIDA por província;
- ✓ Identificar pontos de alta incidência (*Hotspots*) do HIV/SIDA;
- ✓ Analisar o impacto das variáveis determinantes do HIV/SIDA na sua distribuição espacial;

1.5.1. Questões de pesquisa

1. Como está distribuída espacialmente a prevalência e incidência do HIV/SIDA em Moçambique por província?
2. Quais são as principais variáveis determinantes associadas à distribuição do HIV/SIDA em Moçambique?
3. Existem agrupamentos significativos (clusters) de casos de HIV/SIDA em nível provincial em Moçambique?
4. Quais são os pontos de alta incidência (hotspots) do HIV/SIDA por província em Moçambique?
5. Como as variáveis determinantes influenciam a distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique?

1.6. Resultados esperados

1. **Distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique:** Espera-se obter mapas descritivos que representem a distribuição espacial do HIV/SIDA (prevalência e incidência) por província, gênero e faixa etária.
2. **Variáveis determinantes do HIV/SIDA em Moçambique:** Espera-se identificar as principais variáveis espaciais e socioeconômicas associadas à prevalência do HIV/SIDA, como população, circuncisão masculina, disponibilidade de serviços de diagnóstico e tratamento, etc.
3. **Identificação de agrupamentos significativos (*clusters*):** Espera-se detectar aglomerados (*clusters*) do HIV/SIDA em nível provincial.
4. **Identificação de pontos de alta incidência:** Espera-se identificar pontos críticos (*hotspots*) com alta incidência de HIV/SIDA.
5. **Impacto das variáveis determinantes na distribuição espacial do HIV/SIDA:** Espera-se compreender como as variáveis determinantes do correlacionam-se com o HIV/SIDA em diferentes regiões.

2.1. Epidemiologia espacial

Segundo Elliott *et al.* (2004), epidemiologia espacial é a descrição e análise de dados de saúde indexados geograficamente com relação a factores de risco demográficos, ambientais, comportamentais, socioeconômicos, genéticos e infecciosos. Ostfeld *et al.* (2005), no entanto, definem a epidemiologia espacial como sendo o estudo da variação espacial no risco ou incidência de doenças, destacando que processos ecológicos podem resultar em padrões espaciais marcantes do risco ou incidência: por exemplo, a dispersão de patógenos pode ser altamente localizada, os vetores ou hospedeiros de patógenos podem estar espacialmente restritos ou os hospedeiros suscetíveis podem estar agrupados.

Embora a dinâmica espacial das doenças infecciosas seja objeto de estudo intensivo, os impactos da estrutura do território nos processos epidemiológicos têm sido, negligenciados. Os poucos estudos que demonstram como a composição do território (tipos de elementos) e sua configuração (posições espaciais desses elementos) influenciam o risco ou a incidência de doenças sugerem que uma verdadeira integração da ecologia territorial com a epidemiologia será promissora (Ostfeld *et al.*, 2005).

2.1.1. Tipos de Investigação em Epidemiologia Espacial

De acordo com Elliot *et al.* (2001), os tipos de investigação em epidemiologia espacial podem ser classificados em várias categorias, dependendo dos objetivos e abordagens, entretanto, os principais tipos de investigação são:

- ✓ Mapeamento descritivo de Doenças;
- ✓ Estudos de Correlação Geográfica e;
- ✓ Análise de aglomerados (*Clusters*).

2.1.1.1. Mapeamento de Doenças

Segundo Moore & Carpenter (1999), O mapeamento de doenças é a representação gráfica das localizações pontuais dos casos, taxas de incidência por área e taxas padronizadas das doenças nos mapas dependendo dos objetivos dos investigadores.

John Snow, em 1854, foi um dos primeiros a mapear os casos de cólera em Londres, conectando a distribuição dos casos à contaminação de um poço de água (Elliott *et al.*, 2001). Este é um dos mais conhecidos trabalhos onde foram mapeados os casos e os pontos de coleta de água (Figura 1), mostrando o papel da contaminação da água na ocorrência da doença (Scholten & Lepper, 1991).



Figura 1. Representação de casos de Cólera e localização de bombas de água (PINA et al., 2000).

Embora os mapas tenham um apelo visual e intuitivo, requer-se cautela na interpretação, na medida em que padrões aparentes podem ser criados ou perdidos dependendo de como a variável mapeada é descrita (por exemplo, o número de classes e seus limites) e a escala geográfica ou resolução (Elliot & Wartenberg, 2004). Brewer & Pickle (2002); Smans & Esteve (1992), acrescentam que a escolha das cores para representação dos dados também pode afectar a interpretação.

Mapas dos mesmos dados representados em escalas de resolução diferentes, podem resultar em padrões visuais muito diferentes, de acordo Monmonier (1997).

A figura 2 do estudo de envenenamento infantil por Chumbo, mostra mapas em três diferentes escalas (grupo de blocos, códigos postais e condados) da percentagem de casas construídas antes de 1950 e Nova Jersey, baseados nos dados do censo dos Estados Unidos, reportados no nível de resolução de grupo de blocos.

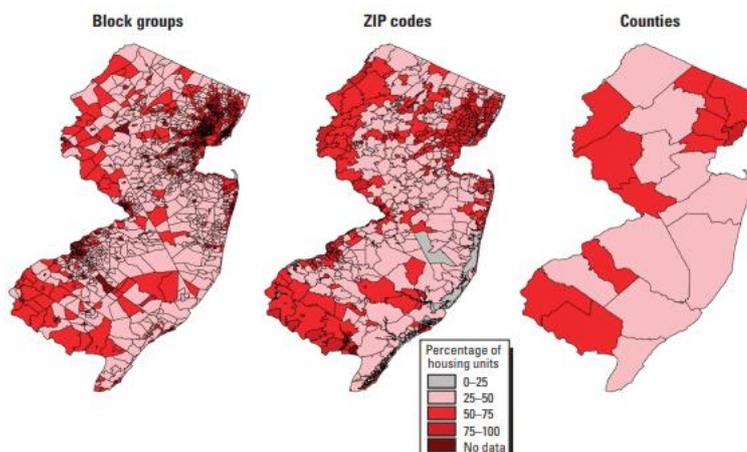


Figura 2. Percentagem de casas construídas antes de 1950 em Nova Jersey baseado no Censo dos Estados Unidos reportados no nível de resolução de Blocos (Elliot & Wartenberg, 2004).

Os três mapas descrevem os mesmos dados em escalas diferentes (grupo de blocos, códigos postais e condados).

Ao construir mapas, os usuários devem seleccionar o tamanho das unidades e o método de agregação das unidades para destacar feições de interesse para o estudo pois a homogeneidade dentro dos grupos agregados é importante para a interpretação significativa do mapa (Elliot & Wartenberg, 2004). Diferentes escalas e estratégias de agregação podem conduzir a diferentes mapas, porém igualmente válidos para enfatizar diferentes feições de dados, o que denomina-se problema de unidade de área modificável, na literatura geográfica (Openshaw, 1998). Embora a intenção seja sempre seleccionar unidades geográficas mais pequenas possíveis, a escolha das mesmas é frequentemente ditada pela disponibilidade de dados, e por causa da escassez de dados, frequentemente ocorre uma troca entre a homogeneidade em unidades geográficas pequenas e a precisão das estimativas de risco/incidência (Elliot & Wartenberg, 2004).

2.1.1.2. Estudo de Correlação Geográfica

Em estudos de correlação geográficas o objectivo é avaliar as variações geográficas entre grupos populacionais em exposição a variáveis ambientais (que podem ser medidas no ar, água e solo), variáveis socioeconómicas e demográficas (como a raça, renda, densidade populacional, etc.) ou estilo de vida (como tabagismo e dieta) em relação a resultados de saúde medidos em determinada escala geográfica (ecológica) (Elliot & Wartenberg, 2004).

De acordo com Richardson & Monfort (2000), esta abordagem tira vantagem de dados que estão disponíveis rotineiramente para investigar experimentos naturais onde a exposição possui base física (ex.: solo, água).

Estudos de correlação geográfica também são realizados em uma escala mais local ou de áreas pequenas, onde o problema do viés ecológico pode ser reduzido, pois a análise está mais próxima do nível individual (Elliot & Wartenberg, 2004). Por exemplo, Staessen *et al.* (1999), examinaram a relação entre a exposição ambiental ao cádmio e a densidade óssea em 10 distritos da Bélgica (incluindo 6 que faziam fronteira com três fundições de zinco).

Maheswaran *et al.* (1999) avaliaram, em particular, o papel do magnésio no abastecimento de água em relação à mortalidade por infarto agudo do miocárdio. Segundo Feychting & Ahlbom (1993); Olsen *et al.* (1993); Verkasalo *et al.* (1993), este estudo utilizou zonas de abastecimento de água no noroeste da Inglaterra (cada zona de abastecimento atende até 50.000 pessoas) como unidade de análise. Para algumas exposições ambientais, como a radiação não ionizante de linhas de transmissão aérea, os potenciais efeitos nocivos podem ocorrer em uma distância muito pequena (até 50–100 metros da linha de transmissão).

2.1.1.3. Análise de Aglomerados (*clusters*)

Um *cluster*, na epidemiologia, é um número de eventos de saúde situados próximos no espaço e/ou no tempo. Para Kulldorff (1997), no entanto, um *cluster* em epidemiologia é definido como a agregação geográfica ou temporal de casos de uma doença ou evento de saúde que ocorre mais frequentemente do que seria esperado ao acaso.

Diversos estudos utilizaram métodos variados para detectar *clusters* em epidemiologia, com foco em diferentes doenças e regiões. Taye *et al.* (2016) aplicaram a estatística de varredura espacial de Kulldorff no software SaTScan para identificar *clusters* significativos de malária na Etiópia, correlacionando os resultados com fatores ambientais como altitude e proximidade de corpos d'água. Tanser *et al.* (2009) detectaram *clusters* de HIV na África do Sul usando Kernel Density Estimation (KDE) e regressão geograficamente ponderada (GWR), evidenciando maior prevalência em áreas urbanas densamente povoadas (vide figura 3). Outros estudos como o de Jacquez *et al.* (1996) usaram análises baseadas na distância entre eventos e testes de Monte Carlo para localizar *clusters* de câncer de pulmão nos Estados Unidos, ligando-os à exposição a poluentes industriais. Esses estudos ilustram a aplicação de técnicas como estatísticas de varredura, autocorrelação espacial e análise de distâncias para detectar *clusters* e orientar intervenções em saúde pública.

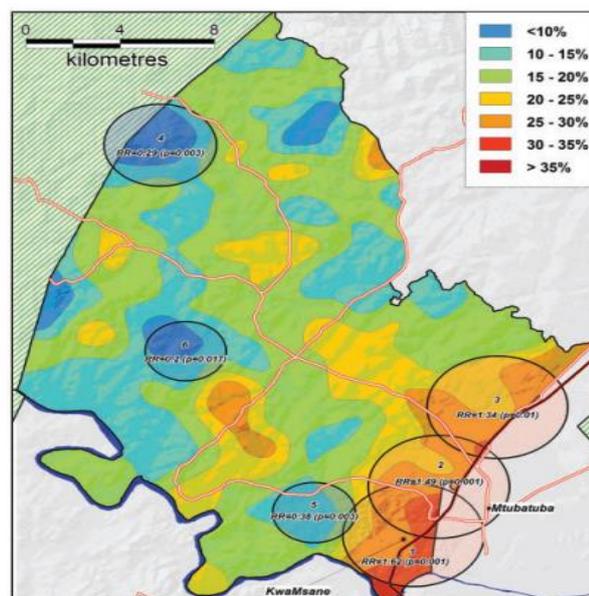


Figura 3. Variações geográficas da prevalência do HIV. Sobrepostos ao mapa estão os aglomerados identificados de forma independente pela estatística de varredura espacial de Kulldorff (sombreamento azul= baixo risco relativo; vermelho= alto risco relativo) (Tanser *et al.*, 2009).

2.1.2. Sistemas de Informação Geográfica e Geoinformação aplicados à Saúde Pública

Uma das maneiras de se conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população é através de mapas que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde. A

abordagem espacial permite a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo o inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados. Nesse sentido é fundamental que as informações sejam localizáveis, fornecendo elementos para construir a cadeia explicativa dos problemas do território e aumentando o poder de orientar ações Inter-setoriais específicas (Souza *et al.*, 1996 citados por Pina *et al.*, 2000).

Por outro lado, Carvalho & Souza-Santos (2005) destacam que o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita a análise detalhada de *clusters* e factores de risco, promovendo um entendimento mais aprofundado das relações entre os locais de ocorrência e os fatores etiológicos. Essas abordagens não apenas ajudam a compreender os padrões de propagação das doenças, mas também orientam o planejamento de intervenções eficazes, alocação de recursos e desenvolvimento de políticas públicas, fortalecendo o controle e a prevenção de doenças infecciosas em diferentes contextos.

2.1.2.1. Sistemas de Informação Geográfica

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são sistemas computacionais, usados para o entendimento dos factos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico, a sua capacidade de reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas (Pina *et al.*, 2000).

Nayak *et al.*(2021) por sua vez, assumem que SIG pode ser definido como “um *software* de computador para captura de dados, mapeamento temático, atualização, recuperação, consultas estruturadas e análise da distribuição e diferenciação de diversos fenômenos, incluindo doenças transmissíveis e não transmissíveis em todo o mundo, com referência a diferentes períodos”. Simplificando SIG é uma combinação de mapa e base de dados, no qual dados espaciais e temporais podem ser integrados e analisados.

Um SIG pode ser definido a partir de três propriedades: a capacidade de apresentação cartográfica de informações complexas, uma sofisticada base integrada de objetos espaciais e de seus atributos ou dados, e um engenho analítico formado por um conjunto de procedimentos e ferramentas de análise espacial (Maguirre *et al.*, 1991)

Scholten & Stillwell (1990) definem três funções principais possibilitadas por um SIG que requerem vários componentes, de acordo com o objetivo pretendido:

A primeira é o armazenamento, gestão e integração de grandes quantidades de dados referenciados espacialmente. Um dado espacialmente referenciado pode ser concebido como contendo dois tipos de informações, dados de atributos e dados de localização. Dados cartográficos ou de localização são

coordenadas de pontos (nós) bi/tridimensionais, linhas (segmentos) ou áreas (polígonos). Dados descritivos ou não-localizados são características (feições) ou atributos de pontos, linhas ou áreas. Estes dados podem ser obtidos de uma variedade de fontes como a Topografia, a Fotogrametria e a Detecção Remota. Uma das principais características do SIG é a facilidade de integrar dados, por exemplo, converter valores dos dados a uma estrutura espacial comum.

A aquisição e entrada de dados envolve a digitação de dados e a digitalização de mapas ou a transferência eletrônica de bases de dados pré-existentes, cujo custo dependerá da qualidade desejada. Neste processo ocorrerá a conferência, conversão, reformatação, correção e edição, para remover erros existentes nos dados originais ou introduzidos durante a captura destes. Para os dados gráficos será necessária a escolha do tipo de estrutura de dados a ser armazenada considerando-se relações entre velocidade e volume, formatos raster ou vector e quantidade de camadas e objetos (Scholten & Stillwell, 1990).

Ainda à luz do referido, a segunda função principal do SIG é prover meios para realizar análises relacionadas especificamente a componentes geográficos dos dados. As operações mais comuns são a pesquisa de dados e a busca de informações de acordo com algum critério de selecção (por exemplo, pela localização, proximidade, tamanho, valor), e a análise espacial que envolvem modelagem e análise de padrões espaciais e de relacionamento de dados. A terceira função principal envolve a organização e a manipulação de grandes quantidades de dados e a forma como estas informações podem ser facilmente acessadas por todos usuários. Um SIG precisa ser ágil para exibir dados em mapas de boa qualidade. Os mapas inicialmente feitos à mão, são agora um produto implícito de todo trabalho feito dentro do SIG. Entretanto, para diferentes propósitos, outras formas de apresentação dos dados (gráficos e tabelas) algumas vezes são necessárias para uso combinado com os mapas, tal como ilustra a figura 3.

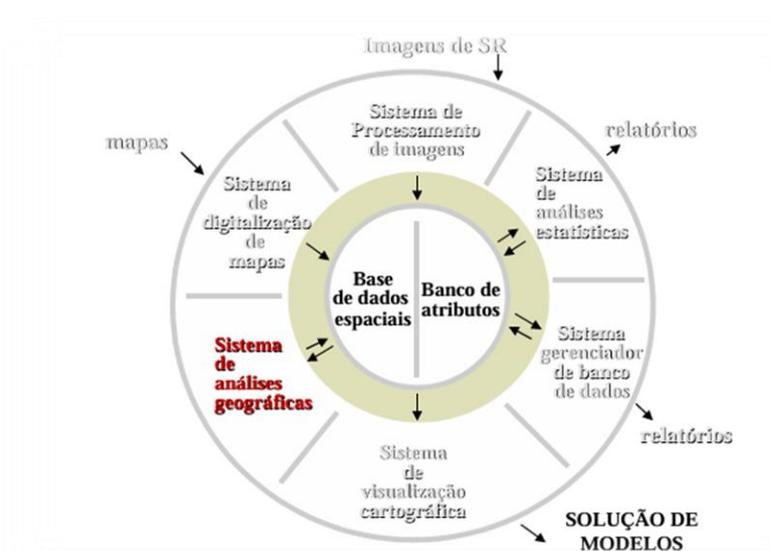


Figura 4. Componentes de um SIG, destacando módulos de análises espaciais ou geográficas (FILHO, 2000)

Porém, Nayak *et al.*,(2021), consideram que um SIG é essencialmente definido por 4 funções principais (figura 4):

- ✓ Medição: Avaliar a distribuição de doenças transmissíveis e não transmissíveis em uma área e o efeito do ambiente sobre elas. Isso incorpora não apenas dados médicos, mas também demográficos e políticos.
- ✓ Mapeamento: Desenvolver mapas que representem características e auxiliem na compreensão espacial da saúde de uma população. Também avalia o acesso à saúde e a distribuição espacial dos provedores de serviços de saúde.
- ✓ Monitoramento: Acompanhar mudanças na saúde e nas doenças no espaço e no tempo. Pode realizar o rastreamento de saúde pública ambiental (EPHT) para doenças e exposições, permitindo que ações de saúde pública sejam planejadas, implementadas e monitoradas para prevenir e controlar doenças relacionadas ao ambiente.
- ✓ Modelação: Modelar alternativas de acções e operações de processos com base na previsão de risco de doenças.

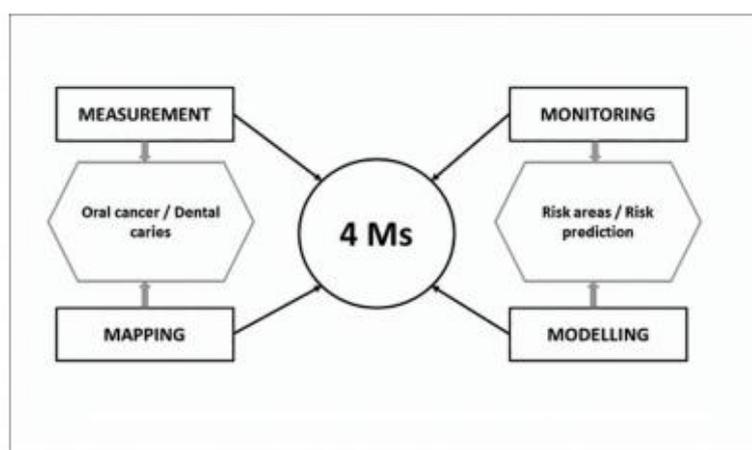


Figura 5. Representação esquemática dos 4M's (Nayak *et al.*, 2021)

De um modo geral, pode-se identificar os seguintes objetivos na implementação de um SIG (PINA *et al.*, 2000):

- ✓ Visualização das informações: diversas formas de apresentação das informações são possibilitadas pelo SIG. Organização e georreferenciação dos dados: o SIG se constitui em um poderoso organizador das informações georeferenciadas. Permite combinar vários tipos diferentes destas informações, por ex., limites de bairros, localização pontual das unidades de saúde, volume do fluxo entre duas localidades, entre outras. Integração de dados vindos de diversas fontes, nos mais diversos formatos, escalas e sistemas de projecção: o mapa armazenado no SIG pode ser

sempre associado a novas informações, provenientes de diversas fontes, permitindo que se some o trabalho de diversas órgãos e instituições;

- ✓ Análise dos dados: a disponibilidade de funções que permitam transformar os dados em informações úteis no processo de tomada de decisões e;
- ✓ Predição de ocorrências: a partir da análise de séries históricas, mapeando os eventos estudados em diferentes períodos.

Conhecer as condições de vida e saúde dos diversos grupos populacionais é uma etapa indispensável do processo de planejamento da oferta de serviços e da avaliação do impacto das ações de saúde. Entretanto, Saúde Pública e ambiente estão intrinsecamente influenciadas pelos padrões de ocupação do espaço: não basta descrever as características das populações, mas é necessário localizar o mais precisamente possível onde estão acontecendo os agravos, que serviços a população está procurando, o local de potencial risco ambiental e as áreas onde se concentram situações sociais vulneráveis.

A possibilidade de sobrepor informações e do uso desagregado de dados contorna as dificuldades de trabalhar com diferentes unidades administrativas.

A visualização de informações é extremamente útil para gerar hipóteses, indagações sobre associações entre os eventos estudados e possibilidades de análises ecológicas (Por exemplo, estabelecer correlações entre fatores ambientais e variáveis explicativas).

Segundo Nobre & Carvalho (1996) os métodos de análise de distribuições espaciais são especialmente úteis nas seguintes situações:

- ✓ Quando o evento em estudo é gerado por fatores ambientais de difícil detecção no nível do indivíduo (análise do padrão de distribuição dos pontos);
- ✓ No estudo de trajetórias entre localidades (análise de redes);
- ✓ Delimitação de áreas segundo intervenção pretendida (buffers);
- ✓ Quando o evento em estudo e os fatores relacionados têm distribuição espacialmente condicionada (modelagem estatística, interpolação e alisamento, de forma a permitir a análise de superfície).

2.1.3. Importância da Análise Espacial em Epidemiologia

A análise espacial em epidemiologia é crucial para compreender como as doenças se distribuem no espaço e no tempo, permitindo a identificação de padrões, fatores de risco associados e áreas prioritárias para intervenção. Essa abordagem combina técnicas estatísticas e geográficas para estudar a relação entre a saúde das populações e seu ambiente físico e social.

Segundo Bailey e Gatrell (1995) a análise espacial permite a identificação de padrões geográficos através do mapeamento e identificação de agrupamentos (*clusters*) ou áreas de alta concentração de doenças (*hotspots*). Essa visualização facilita a compreensão da distribuição de casos e das dinâmicas de transmissão.

A análise espacial permite também o estudo da correlação de fatores ambientais (como temperatura, umidade) e sociais (como pobreza ou densidade populacional) à incidência de doenças, possibilitando a identificação de causas locais que condicionam a propagação e prevalência das doenças (Carvalho & Souza-Santos, 2005).

Elliott *et al.*, (2001) e Lawson (2001) acrescentam que análise espacial subsidia a saúde pública a alocar recursos de forma eficiente e planejar estratégias de intervenção direcionadas para as áreas mais afetada e na previsão de surtos, permitindo respostas antecipadas e redução de impactos.

2.2. Técnicas de Análise de Distribuição de doenças em Epidemiologia Espacial

A análise espacial é uma disciplina fundamental dentro da geografia e das ciências da informação geográfica, focando no estudo de padrões, processos e relações espaciais em diferentes contextos. Segundo Fotheringham *et al.*, (2000), a análise espacial é o conjunto de técnicas utilizadas para estudar entidades espaciais e as relações entre elas. Essa análise é essencial para compreender como os fenômenos se distribuem no espaço e como variáveis espaciais podem influenciar esses fenômenos.

No que concerne a epidemiologia, essas técnicas são aplicadas com a finalidade de compreender a dinâmica de distribuição de doenças com vista a formulação ou revisão das políticas e estratégias de intervenção no combate as mesmas (Elliot *et al.* 2001).

As técnicas de análise de distribuição de doenças em epidemiologia espacial compõem um vasto leque, destacando-se as técnicas de mapeamento descritivo, análise de padrões e tendências de distribuição e estudos de correlação geográfica (Elliot & Wartenberg, 2004).

2.2.1. Métodos de Mapeamento de Doenças

Existem várias técnicas de representação de informação temática em epidemiologia espacial. Dependendo das características dos dados, uma representação local, areal ou linear pode ser aplicada (Demarmels *et al.*, 2017). De acordo com Imhof (1972), os mapas temáticos são subdivididos em tipos de estrutura cartográficas:

- ✓ Distribuição de pontos (mapa de pontos e contagem);
- ✓ Mapas de Isolinhas;
- ✓ Mapas de Fluxos;
- ✓ Mapa de cores/coroplético;

- ✓ **Pictogramas:** são símbolos gráficos figurativos que representam objetos ou conceitos de forma intuitiva, geralmente por meio de imagens estilizadas, são mais compreensíveis para o público geral porque possuem uma conexão visual direta com o fenômeno que representam, de acordo com Demarmels *et al.* (2017). Robinson et al. (1995), acrescentam que pictogramas são adequados para mapas temáticos voltados ao público leigo, pois eliminam barreiras linguísticas e tornam a informação mais acessível.

O essencial é desenhar o símbolo o mais pequeno possível, para evitar sobrecarga do mapa e permitir o posicionamento altamente acurado do símbolo na região que este representa um fenômeno. Por outro lado, o símbolo deve ser grande o suficiente para ser legível, o que permite ao utilizador reconhecer as variações do símbolo em sua cor ou forma (Demarmels *et al.*, 2017). A escolha do símbolo está intimamente ligada ao propósito, escala e conteúdo do mapa.

2.2.1.2. Mapa Coroplético

Mapas coropléticos são usados para mostrar relações, também chamados de números de raio entre dois valores. Na maioria dos casos o denominador é uma área, entretanto, os números de raio também podem ser calculados a partir de dois valores não relacionados à área, mas os valores absolutos devem estar de alguma forma relacionados à área de referência, isto é definido pelo valor de número de raio (Demarmels *et al.*, 2017).

2.2.1.2.1. Características do Mapa Coroplético

Segundo Demarmels *et al.* (2017), principais características dos mapas coropléticos são:

- ✓ **Representação:** as áreas com as quais os raios estão relacionados são preenchidas com cores ou padrões diferentes. Quanto mais denso ou comum um objeto/fenômeno, mais escura/carregada será a área de referência ou deve apresentar um padrão mais denso.
- ✓ **Classes de Valores:** Os raios ou densidades são normalmente classificados em classes de valores. Áreas com valores dentro da mesma classe terão o mesmo preenchimento e o número de classe varia de acordo com o tamanho dos dados. Para que o mapa seja bem interpretado, as cores das classes devem ser claramente distinguíveis

No estudo da distribuição espacial de doenças Infectocontagiosas, Fonseca *et al.* (2023), apresentam uma representação coroplética do número de casos de Coqueluche, notificados de 2010 a 2020 no estado de Tocantins (vide figura 6).

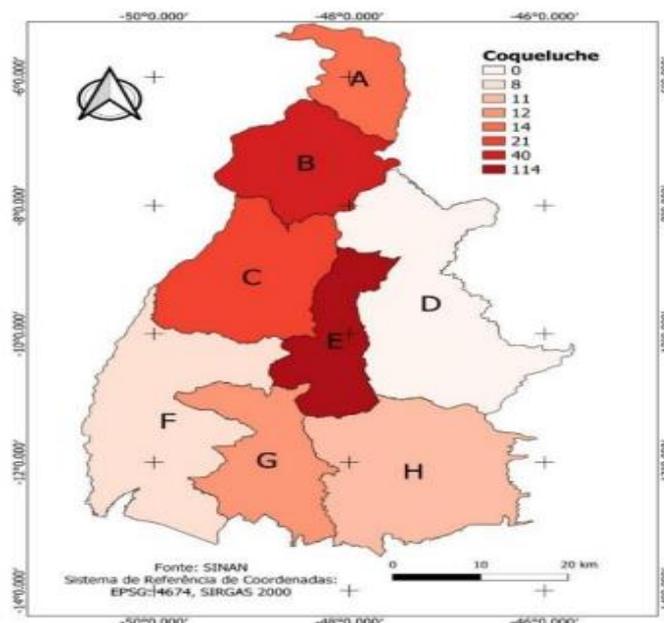


Figura 7. Mapa do número de casos de Coqueluche notificados nas microregiões do estado de Tocantins no período de 2010 a 2020 (Fonseca *et al.* 2023)

2.2.2. Análise de Padrões de Distribuição Espacial de Doenças

A análise de padrões de distribuição espacial de doenças é um ramo específico da análise espacial que se concentra na identificação de padrões geográficos de doenças e seus determinantes, através da qual, é possível identificar áreas de risco, padrões de disseminação e fatores ambientais ou sociais que podem influenciar a prevalência de doenças. De acordo com Elliott & Wartenberg (2004), a análise espacial em epidemiologia é usada para identificar *clusters* de doenças, investigar a correlação entre exposição ambiental e saúde, e entender melhor a distribuição espacial de doenças. Esse tipo de análise é particularmente importante para doenças infecciosas, como a malária ou o HIV, onde fatores ambientais, comportamentais e socio-econômicos desempenham papéis cruciais na propagação (Elliott & Wartenberg, 2004).

2.2.2.1. Técnicas e Métodos de Análise de Padrões de Distribuição Espacial

Em epidemiologia, a análise espacial é frequentemente utilizada para mapear e analisar a distribuição de doenças, identificar *hotspots* (áreas de alta incidência), e investigar a relação entre a saúde e o ambiente (Lawson, 2001). Existem várias técnicas de análise espacial aplicadas na análise de padrões de distribuição, das quais destacam-se:

a) Interpolação Espacial

A interpolação espacial é uma técnica estatística utilizada para estimar valores em locais não amostrados, baseando-se em informações de pontos amostrados próximos (Bailey & Gatrell, 1995). Em concordância com Lawson (2001), os métodos de interpolação mais aplicados em epidemiologia espacial são:

✓ **Krigagem (Kriging):**

A krigagem é um método de interpolação espacial da geoestatística para estimar valores em áreas não amostradas (Bailey & Gatrell, 1995). De acordo com Lawson (2001), este método leva em consideração tanto a distância entre os pontos quanto a autocorrelação espacial dos dados. Krige (1951), afirma que o método foi inicialmente aplicado na mineração para estimar a concentração de minerais em depósitos. Posteriormente, Matheron (1963) formalizou a teoria das variáveis regionalizadas, consolidando a base matemática da krigagem.

A premissa fundamental da krigagem é que os valores de uma variável espacialmente distribuída estão correlacionados, o que pode ser descrito por meio de um semivariograma. Cressie (1993) afirma que o semivariograma é uma ferramenta essencial para caracterizar a estrutura espacial da variável, representando como a semivariância varia com a distância entre pares de pontos. A equação básica da krigagem, de acordo com Isaaks e Srivastava (1989) é:

$$Z_{(x_0)}^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (01)$$

Onde $Z_{(x_0)}^*$ é o valor estimado no ponto (x_0) , $Z(x_i)$ são os valores amostrados nos pontos (x_i) e λ_i são os pesos atribuídos a cada ponto. Os pesos são calculados de forma que a estimativa minimize o viés e que o erro quadrático médio seja minimizado. Segundo Chilès & Delfiner (2012) os pesos atribuídos a cada ponto dependem do semivariograma, dado pela equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (02)$$

Onde:

$\gamma(h)$ é o valor do semivariograma para a distância h e $N(h)$ é o número de pares de pontos separados por uma distância h ;

$Z(x_i)$ é o valor da variável na posição x_i e $Z(x_i + h)$ o valor da variável na posição $x_i + h$;

h é a distância entre os pares de pontos.

✓ **Interpolação Inversa do Quadrado da Distância (IDW)**

A IDW é um método que utiliza a média ponderada dos valores dos pontos amostrados próximos, em que os pesos decrescem com o aumento da distância (Carvalho & Souza-Santos, 2005).

De acordo com Shepard (1968), o IDW é calculado como uma média ponderada dos valores amostrais próximos, com os pesos determinados por uma função de distância elevada a uma potência (q), conforme a equação:

$$Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{(D_i)^q}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(D_i)^q}} \quad (03)$$

Onde: $Z(x)$ é o valor estimado e Z_i o valor da variável na posição i ;

D_i é a distância entre o ponto i e o ponto estimado e ; q o parâmetro de potência.

Isaak e Srivastava (1989), destacam que o IDW é um modelo determinístico, não fornecendo estatísticas de incerteza sobre o resultado da interpolação.

b) Análise de ponto críticos (*Hotspots*) e agrupamentos (*Clusters*)

A análise de *clusters* e *hotspots* é uma abordagem que permite identificar áreas com concentração anômala de eventos de saúde, indicando possíveis surtos ou factores de risco específicos (Carvalho & Souza-Santos, 2005). A proximidade entre eventos é usada para determinar padrões estatisticamente significativos (Bailey & Gatrell, 1995).

✓ Índice Getis-Ord G_i^* :

Identifica áreas com alta concentração de eventos, chamadas de *hotspots*, ou áreas de baixa concentração, chamadas de *coldspots* (Carvalho & Souza-Santos, 2005). O G_i^* mede a intensidade de agrupamento espacial com base na soma ponderada dos valores da variável em estudo, onde a ideia principal é verificar se a soma dos valores em torno de um ponto é significativamente maior (ou menor) do que o esperado aleatoriamente, desta forma identifica onde os pontos de altos valores (*hotspots*) ou baixos valores (*coldspots*) estão localizados, segundo a equação básica proposta por Getis & Ord (1992):

$$G_i^* = \frac{\sum_j w_{ij} x_j}{\sum_j x_j} \quad (04)$$

Onde: w_{ij} é o peso espacial que define a proximidade entre a localização i e a localização j e x_j é o valor da variável em estudo na localização j .

A variação dos valores do índice para a equação básica, é ilimitada, dependendo do tamanho/densidade dos dados usados em cada estudo, no entanto, geralmente, os valores positivos do índice são indicativo da

existência de pontos críticos (com valores altos), valores negativos são indicativo de ausência de pontos críticos (com valores baixos) e o 0 indica a insignificância do agrupamento de valores (Carvalho & Souza-Santos, 2005).

✓ Índice de Moran I Local

É uma extensão do Índice de Moran I global, projetado para analisar a autocorrelação espacial em um nível mais granular, permitindo a identificação de padrões locais de associação espacial, desenvolvido por Anselin (1995), é frequentemente utilizado para detectar clusters ou pontos de dispersão em um conjunto de dados geográficos. O índice local verifica a correlação espacial de uma variável em uma localização específica com os valores da mesma variável em localidades vizinhas. Essa abordagem auxilia na identificação de áreas com comportamentos espaciais distintos, muitas vezes ocultas na análise global. De acordo com Anselin (1995), a equação básica para o Índice de Moran I Local é:

$$I_L = \frac{(X_i - \bar{X}) \sum_j W_{ij} (X_j - \bar{X})}{s^2} \quad (05)$$

Onde:

X_i e X_j são os valores da variável em estudo no local i e no local j ;

\bar{X} é a média da variável em estudo e W_{ij} é a matriz de pesos espaciais nos locais i e j ;

s^2 é a variância da variável em estudo.

$I_L > 0$ indica que o local i está cercado por valores semelhantes (altos ou baixos), sugerindo um agrupamento espacial de valores anormalmente altos da variável em estudo, $I_L < 0$ indica que o local i está cercado por valores diferentes, sugerindo um padrão de dispersão espacial e $I_L \approx 0$ a ausência de autocorrelação espacial significativa no local i (Carvalho & Souza-Santos, 2005).

c) Modelos de Regressão Espacial

Segundo Lawson (2001), regressão espacial é um conjunto de técnicas estatísticas que modelam a relação entre variáveis dependentes (como a incidência de doenças) e explicativas (como fatores ambientais ou socioeconômicos). Os modelos de regressão permitem compreender a existência ou não de correlação espacial entre as variáveis dependentes e variáveis explicativas, o que proporciona melhor compreensão da influência de cada factor local na ocorrência de determinados eventos no espaço. De acordo com

Elliot *et al.* (2009), existe uma vasta gama de modelos de regressão, no entanto, no âmbito dos estudos epidemiológicos destacam-se:

✓ **Modelo de Regressão Linear Múltipla (Ordinary Least Squares)**

Segundo Gauss (1809), a regressão linear múltipla é um método estatístico usado para modelar a relação entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes. Gauss (1809), desenvolveu ainda, o método dos mínimos quadrados como uma técnica para estimar os parâmetros do modelo, minimizando a soma dos quadrados dos resíduos.

De acordo com Galton (1877), a base do método é minimizar a soma dos quadrados dos resíduos entre os valores observados e previstos pelo modelo, conforme a equação:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_k * X_k \quad (06)$$

Onde Y_i é a variável dependente, α é o intercepto/constante, X as variáveis independentes e β os coeficientes das variáveis independentes.

Bailey & Gatrell 1995, enunciam a regressão linear Múltipla como um dos métodos estatísticos úteis na compreensão da relação entre fatores ecológicos e doenças, tal como descrevem em seu estudo *Interactive Data Analysis*, no qual discutem sobre diferentes métodos de regressão e suas aplicações.

✓ **Modelo de Regressão Espacial Autorregressiva (SAR)**

Nesse modelo, a variável dependente em um ponto é explicada pelas variáveis independentes, mas também por um termo autorregressivo, que reflete a relação entre o valor da variável dependente em um local e os valores de variáveis semelhantes em locais vizinhos (Anselin, 1988). É utilizado quando há dependência espacial entre os valores da variável dependente, ou seja, os casos de uma doença em uma área são influenciados pelos casos em áreas vizinhas em concordância com a matriz de pesos espaciais.

De acordo com Anselin (1988), o modelo SAR é definido pela equação:

$$Y = \rho WY + \beta X + \varepsilon \quad (07)$$

Onde Y representa a variável dependente e W matriz de pesos espaciais, que define a relação entre as diferentes observações espaciais; ρ é Coeficiente de autocorrelação espacial e X são as variáveis independentes, β seus coeficientes e ε - é o termo de erro aleatório.

A principal característica do modelo SAR, conforme observado por Cliff & Ord (1973), é a autocorrelação espacial na variável dependente. Isso significa que o valor de Y em uma unidade espacial é influenciado pelos valores de Y nas unidades vizinhas, refletindo padrões espaciais de dependência. A

aplicação SAR é feita quando se observa que os valores das variáveis não são independentes, mas seguem um padrão espacial, como destacado por LeSage & Pace (2009).

Esse modelo é particularmente útil em estudos epidemiológicos de doenças que têm uma forte componente espacial, como doenças respiratórias ou cardiovasculares relacionadas à poluição do ar como também, as doenças infectocontagiosas (Lawson, 2001).

2.2.2.2. Parâmetros de Ajuste e Diagnóstico de Modelos de Regressão

Ao desenvolver modelos de regressão, é essencial efectuar ajustes para garantir que os resultados sejam válidos e as interpretações sejam confiáveis (Bailey & Gatrell, 1995). As métricas de ajuste e diagnóstico, são aplicadas sobre os modelos de regressão com o intuito de melhorar eficiência do modelo e conseqüentemente a qualidade de seus resultados. De acordo com Kurtner *et al.* (2005) as métricas comumente aplicadas aos modelos de regressão são:

a) Parâmetros de Ajuste

Os parâmetros de ajuste servem para medir o quão bem ajusta-se um determinado modelo aos dados disponíveis para estudo (Bailey & Gatrell, 1995), sendo os principais:

✓ Coeficiente de determinação R^2 (R-Squared)

O R^2 (coeficiente de determinação) é uma medida utilizada para avaliar a qualidade do ajuste do modelo de regressão. É definido como a razão entre a soma dos quadrados explicada pelo modelo e a soma total dos quadrados (Gujarati, 2004), conforme a equação:

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT} \quad (08)$$

Onde SQR é a soma dos quadrados dos resíduos, medindo a variabilidade dos dados não explicados pelo modelo, dado pela equação:

$$SQR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \text{ e}; \quad (09)$$

SQT a soma dos quadrados totais da variável dependente (Y), ignorando o modelo de regressão, dado pela equação:

$$SQT = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2; \quad (10)$$

Onde \hat{y}_i é o valor predicto pelo modelo e \bar{y}_i é a média dos valores observados em Y .

O R^2 varia deve ser $0 < R^2 \leq 1$, sendo que os valores mais próximos de 0 indicam que o modelo não é capaz de explicar nenhuma variância de Y e os valores próximos de 1 indicam que o modelo ajusta-se aos dados (George *et al.*, 1987).

✓ **Lagrange Multiplier (LM- Lag)**

De acordo com Anselin (1988), o teste de Lagrange avalia a necessidade ou não, do uso de um modelo espacialmente ajustado, sendo definido pela equação:

$$LM_{Lag} = \frac{((e'W_e)^2)}{\sigma^2 tr(W'W)} \quad (11)$$

É observada a necessidade ou não do modelo espacialmente ajustado através do p-valor de LM, que tem como base de aceitação 0.05, ou seja, um p-valor < 0.05 é indicativo de da necessidade de um modelo com termo espacial ajustado e p-valor > 0.05 que termos espaciais podem ser desconsiderados (Gujarati, 2004).

b) Parâmetros de Diagnóstico

Parâmetros de diagnóstico avaliam a validade das suposições e identificam problemas que possam afetar a qualidade dos resultados, sendo eles:

✓ **Normalidade dos Erros**

Segundo Jarque & Bera (1980), a suposição de normalidade dos resíduos (erros), é fundamental para testes de hipóteses e intervalo de confiança em modelos de regressão, tal que propuseram o **teste de Jarque-Bera**, dado pela equação:

$$JB = n \left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right) \quad (12)$$

Onde n é o número de observações, S o coeficiente de assimetria e K a curtose.

O teste **Jarque-Bera** verifica se os erros tem distribuição normal, considerando a assimetria e a distribuição da variável em relação a distribuição normal (curtose) (Jarque & Bera, 1980). Se p-valor > 0.05 no teste, considera-se que os erros estão normalmente distribuídos e se p-valor < 0.05 rejeita-se a hipótese de normalidade da distribuição dos erros (Kurtner, 2005).

✓ **Heterocedasticidade**

De acordo com Bailey & Gatrell (1995), heterocedasticidade ocorre quando a variância dos resíduos não é constante ao longo das observações, violando o pressuposto de regressão.

Para avaliar se há relação significativa entre a variância dos resíduos e as variáveis independentes, Breusch & Pagan (1979), propuseram o teste de Breusch-Pagan, dado pela equação.

$$BP = n * R^2 \quad (13)$$

Onde R^2 é o coeficiente de determinação e n o número de observações.

Se o p -valor > 0.05 considera-se homocedasticidade (variância constante) e se o p -valor ≤ 0.05 considera-se heterocedasticidade, indicando que a variância não é constante ao longo das observações.

2.3. Conceito e Contexto do Vírus e Síndrome da Imunodeficiência Humana – HIV/SIDA

O vírus da imunodeficiência humana HIV (do inglês Human Immunodeficiency Virus) é um retrovírus, ou seja, proveniente do RNA que se multiplica em um tipo de glóbulo branco essencial para o sistema imune chamado linfócito CD4, causando a necessidade de multiplicação da célula de defesa e conseqüentemente a reprodução dos genes presentes no vírus HIV (Varella & Jardim, 2009).

A transmissão do vírus ocorre por via sexual, por meio sanguíneo como transfusões de sangue, agulhas e seringas contaminadas, no útero durante a gestação, no parto ou até mesmo na amamentação, os portadores do HIV possuem o vírus espalhado pelos tecidos corporais e conseqüentemente em maiores quantidades nas secreções sexuais, onde o atrito da relação sexual provoca pequenas feridas nos órgãos genitais facilitando a entrada do vírus na corrente sanguínea. (Ferreira et al., 2009).

A síndrome da imunodeficiência adquirida, o SIDA (do inglês Acquired ImmunoDeficiency Syndrome) é uma doença sexualmente transmissível (DST) proveniente do vírus HIV que causa deficiência progressiva da imunidade ou imunodeficiência, se trata de uma condição onde o sistema imunológico permanece debilitado causando a perda da capacidade de combater germes com pouca carga viral que seriam incapazes de causar doenças em pessoas saudáveis, fazendo com que o indivíduo infectado seja mais vulnerável a qualquer tipo de doença (Varella & Jardim, 2009).

A estimativa global da OMS (2023), indica que cerca de 39 milhões de pessoas vivem com HIV no mundo, das quais 20 milhões são mulheres e 17.4 milhões de homens com idade igual ou superior a 15 anos de idade e 1.5 milhões são crianças dos 0 aos 14 anos de idade.

Em 2022, cerca de 630 000 pessoas morreram por causas relacionadas ao HIV globalmente. Deste 2010 as mortes por causas relacionadas ao HIV foram reduzidas a 51% e cerca de 84 000 crianças morreram também por causa relacionadas ao HIV.

Em África a OMS (2022), estima que 25.9 milhões de pessoas vivem com HIV dos quais 90% tem conhecimento do seu estado, 82% recebe tratamento Antiretroviral e 76% possui a carga viral suprimida.

20.9 milhões de pessoas recebem o tratamento antirretroviral e a taxa de novas infecções decresceu a 0.51 em 2022 dos 1.75 em 2010. Cerca de 660 000 mortes em 2022, foram atribuídas as causas relacionadas ao HIV um decréscimo de 56% das mortes de 2010.

O HIV continua a ser um problema de Saúde Pública Global, tendo tirado 40.4 milhões de vida até o presente, segundo a OMS (2023).

2.3.1. HIV/SIDA em Moçambique

Moçambique vive um ambiente de epidemia do HIV severa com 11.5% de adultos vivendo com o HIV, de acordo com o INS (2021), 71,6% de adultos que vivem com HIV conheciam o seu estado de HIV positivo, sendo 73,3% em mulheres e 68,5% em homens, dentre todos, 69,0% estavam em Tratamento Antirretroviral (TARV), sendo 71,4% em mulheres e 64,6% em homens dos quais 61,7% alcançaram a Supressão da Carga Viral (SCV) durante o tratamento, sendo 64,5% em mulheres e 56,6% em homens.

2.3.1.1. Incidência do HIV em Moçambique

A incidência de HIV, que é a medição de novas infecções por HIV numa população ao longo do tempo, fornece informações importantes sobre o estado da epidemia de HIV. Ela pode ser usada para o planeamento eficaz da prevenção do HIV nos grupos que são mais vulneráveis a infecções recentes e para medir o impacto dos programas de prevenção do HIV, para os propósitos desta análise, a incidência do HIV é expressa como a incidência cumulativa ou risco de novas infecções num período de 12 meses (vide tabela 1), que é uma aproximação à taxa de incidência instantânea (INS, 2021).

Tabela 1. Incidência anual de HIV em adultos dos 15 a 59 anos e dos 15 ou mais anos de idade, por sexo e idade (INSIDA, 2021).

Idade	Incidência anual (%)		
	Homens	Mulheres	Total
15 – 24	0.28	0.72	0.50
25 – 35	0.15	0.68	0.43
35 – 49	0.21	0.76	0.49
15 – 49	0.23	0.72	0.48
50+	0.29	0.12	0.20
15+	0.24	0.61	0.43

2.3.1.2. Prevalência do HIV/SIDA

A prevalência é a estimativa do número de pessoas que vivem com HIV em Moçambique. O teste de HIV foi realizado usando um algoritmo de testagem de diagnóstico rápido serológico com base nas

diretrizes nacionais de Moçambique, com confirmação laboratorial de amostras seropositivas e com recurso a um ensaio suplementar (INS, 2021). A tabela 2, representa o resumo da situação de prevalência cumulativa do HIV/SIDA em Moçambique, considerando algumas características demográficas, pelo relatório Nacional sobre o Impacto do SIDA 2021.

Tabela 2. Prevalência do HIV/SIDA por sexo e características demográficas (INSIDA, 2021).

Características demográficas	Homens		Mulheres		Total	
	Percentagem de HIV positivo	Número de casos	Percentagem de HIV positivo	Número de casos	Percentagem de HIV positivo	Número de casos
Província						
Níassa	5,8	430	10,7	500	8,3	930
Cabo Delgado	5,3	326	14,1	404	10,1	730
Nampula	8	814	12,2	902	10,1	1716
Zambézia	16,2	360	20	454	18,2	814
Tete	5	655	11	806	8,1	1461
Manica	7	444	7,2	594	7,1	1038
Sofala	10,9	462	17	604	14,1	1066
Inhambane	8	229	15,1	521	12,5	750
Gaza	11,1	232	27,1	437	20,3	669
Maputo	18,8	955	39,6	1314	29,7	2169
Estado civil						
Nunca casado (a)	2,3	1887	8,8	1524	5,1	3411
Casado/união de facto	13,3	2603	14,6	3830	14	6433
Divorciado/separado(a)	15,4	388	25,3	915	22	1303
Viúvo(a)	26,8	25	39	256	37,8	281
Escolaridade						
Nenhuma	8	475	16,7	1452	14,3	1927
Primário	10,1	2224	16,2	2794	13,3	5918
Secundário	8,3	1999	14	2081	10,8	4080
Superior	7,1	205	6,4	196	6,8	401

Ainda no que diz respeito a prevalência do HIV em Moçambique, o CNCS (2022), considera a necessidade de compreender os diferentes contextos provinciais/locais que condicionam a propagação

do HIV/SIDA, no país. De maneira resumida a figura 5 ilustra estes contextos organizados por província para a melhor compreensão da situação da doença no país, em 2021:

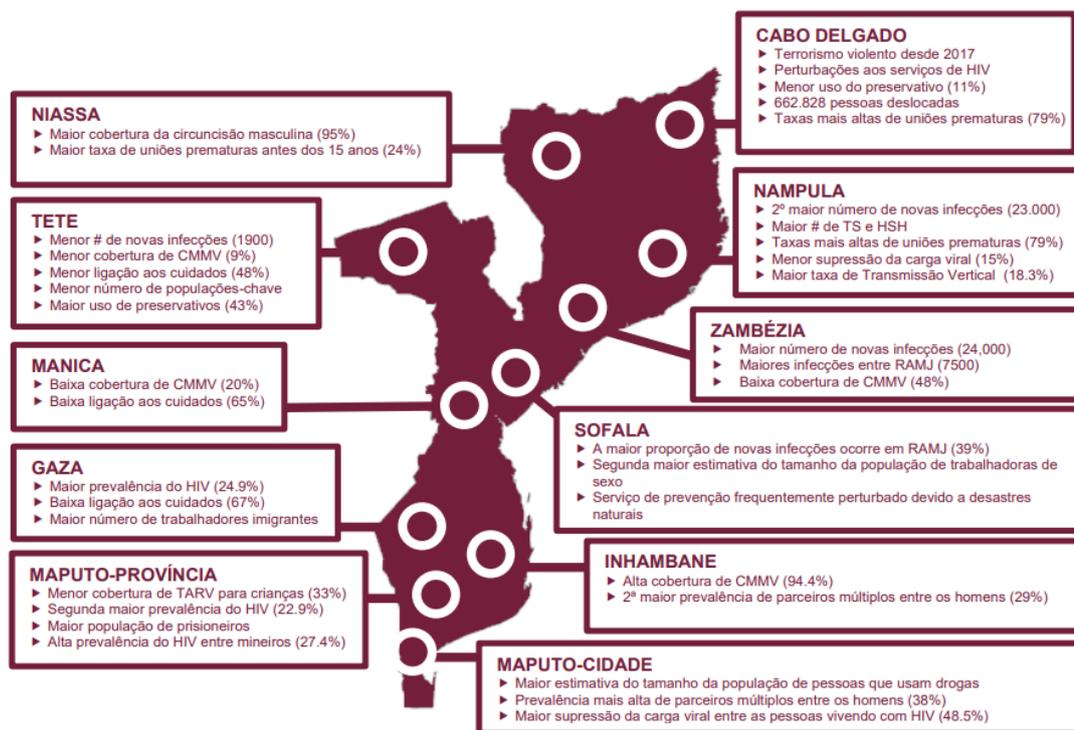


Figura 8. Contextos Provinciais do HIV (CNCS, 2022)

2.3.2. Políticas de Saúde e Intervenções Governamentais no Combate a HIV/SIDA

No final de 2005, o Conselho Nacional de Combate ao HIV/SIDA (CNCS) comprometeu-se a desenvolver uma estratégia nacional de comunicação para responder às sete áreas prioritárias do Plano Estratégico Nacional de Combate ao HIV/SIDA 2005-2009 (PEN II): Prevenção, Advocacia, Estigma, Tratamento, Mitigação, Investigação e Coordenação Nacional (CNCS, 2006).

2.3.2.1. Estratégia de Nacional de Comunicação para o combate ao HIV/SIDA –PEN II

A estratégia deveria estar assente nas prioridades e objetivos definidos pelo PEN II, responder às necessidades e preocupações locais, e guiar as ações de comunicação no país de forma sistemática e integrada. A estratégia deveria ainda ser partilhada e discutida para atingir consensos com vista a uma implementação coordenada. Para desenvolvê-la, a convite do CNCS e Fórum de Parceiros, com o apoio da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional – USAID, foi formada uma parceria da Unidade de Comunicação e Advocacia (UNICOM) do CNCS com o Projecto *Health Communication Partnership/Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health* e a Universidade Eduardo Mondlane – UEM (CNCS, 2006).

Ainda á luz do referido, a elaboração desta estratégia constituiu o primeiro passo para catalisar uma ação sustentada na luta contra o HIV/SIDA, cujos desafios seriam o desenvolvimento de planos operacionais

concretos a nível provincial, tendo esta estratégia como base, porém adaptando-a às diferenças regionais, contextos e recursos locais. Para este fim, propôs-se a reactivação e reforço de “Fóruns de Comunicação” provinciais que congregassem administradores distritais, líderes tradicionais e representantes da comunidade, num diálogo activo para priorizar acções, coordenar actividades, partilhar as melhores práticas e as lições aprendidas e, subsequentemente, avançar ainda mais no campo da comunicação sobre o HIV/SIDA em Moçambique (CNCS, 2006).

De acordo com o CNCS (2006), a estratégia foi delineada tendo como base a Análise da Situação do PEN II, e levou em conta as actividades de prevenção, mitigação e controlo do HIV/SIDA desenvolvidas tanto pelo sector público como pelas Organizações Não-Governamentais (ONG’s) que actuam no país, onde a equipa nuclear seguiu um processo participativo para captar as experiências e recomendações dos diversos grupos e profissionais envolvidos, assim como para recolher e analisar os dados de comportamento da população relacionados directamente com a comunicação. As actividades de comunicação existentes foram “mapeadas” para se perceber melhor que tipo de comunicação ligada ao HIV/SIDA se prioriza nas intervenções do sector público e da sociedade civil. Além disso, foi feito um levantamento bibliográfico dos estudos e pesquisas desenvolvidos em Moçambique sobre o HIV/SIDA. De igual modo, uma análise da base de dados do Sistema de Informação e Registo (CRIS/CNCS) permitiu a identificação de um importante número de actores locais a operar nos níveis distrital e provincial.

Com base na Análise de Situação do PEN II, foram propostas as seguintes estratégias a serem priorizadas (CNCS, 2006):

- a) Proporcionar conhecimento preciso do HIV/SIDA, sobre como é transmitido, como o prevenir, como melhorar os cuidados e tratamento de que os infectados necessitam, particularmente entre os que têm actualmente pouco acesso à informação.
- b) A promoção da norma de que o conhecimento do estado serológico é essencial para a saúde e bem-estar precisa de ser encorajada e, estratégica e sensivelmente, associada ao aumento da disponibilização dos serviços de aconselhamento e testagem do HIV.
- c) As iniciativas visando um aumento na idade de início das relações sexuais da população jovem precisam de ter prioridade nacional. Além disso, é importante assegurar que a juventude sexualmente activa limite o número de parceiros e use o preservativo correctamente e em todas as relações sexuais.
- d) Mitigar os efeitos do HIV/SIDA, através do aumento do acesso aos cuidados e tratamento.
- e) Providenciar o acesso à assistência e serviços de tratamento para pessoas vivendo com o HIV/SIDA (PVHS), garantindo que o serviço esteja mais disponível. Atenção deve ser dada para

a prevenção de infecções adicionais. Além disso, atender as suas necessidades particulares de saúde sexual e reprodutiva é indispensável.

- f) O encorajamento a pessoas vivendo com o HIV/SIDA (PVHS) para participarem em campanhas como “eu paro o vírus” deve ser explorado, embora isto deva ser feito com o total apoio das redes de PVHS e num contexto onde as consequências potencialmente negativas de acrescido estigma possam ser evitadas.
- g) Conhecer em detalhe as variações regionais do padrão de transmissão do HIV e promover, instituir e reforçar iniciativas contextualmente apropriadas onde elas já existam.
- h) Concertar esforços para desenvolver intervenções apropriadas para homens, em particular os mais velhos, de forma a parar o devastador impacto das relações sexuais inter-geracional de carácter transacional (“quatorzinhas”). Intervenções centradas somente nas mulheres jovens falharão se este fenómeno não for considerado, conquanto são os homens quem detém poder nestes relacionamentos.
- i) Debater extensamente o impacto da multiplicidade de parceiros sexuais frente à magnitude da epidemia em Moçambique, de forma a implementar intervenções com o objectivo de aumentar a fidelidade mútua a um parceiro sexual e a fidelidade num quadro poligâmico. Para aqueles aos quais isto não é factível, os objectivos deverão ser para limitar o número de parceiros sexuais, de modo semelhante como os ugandeses foram capazes de atingir em finais de 80 e princípios de 90, através do “pasto zero”.
- j) Admitir a situação particular das Crianças Órfãs e Vulneráveis (COV) e reconhecer que a sua protecção e apoio necessitam do cometimento nacional a todos os níveis. Frequentemente, as respostas às COV centram-se no seu bem-estar material, devido essas necessidades serem mais imediatas. A ligação entre a prevenção do HIV e a vulnerabilidade necessita de estar na vanguarda de todas as respostas às COV, e cada esforço ser feito para assegurar-se de que estas crianças, já em desvantagem, não estejam em mais prejuízo através da infecção por HIV.
- k) Promover medidas de prevenção sócio-culturalmente apropriadas e rever os procedimentos da tradição (rituais de iniciação e outras práticas) que deixam as pessoas vulneráveis à infecção.

2.3.2.1.1. Abordagem da Estratégia de Comunicação

A comunicação estratégica conjugou uma série de elementos: uso extensivo de dados, participação dos vários actores, planificação cuidadosa, criatividade, programação de alta qualidade e ligação com outros elementos e níveis dos programas ou projectos para estimular um processo de mudança social positivo e comensurável. Enfatiza a harmonização e a coordenação dos programas de comunicação para maximizar o investimento, reduzir a duplicação e evitar a sobreposição e até a confusão de mensagens concorrentes no seio dos grupos sociais (CNCS, 2006). Em outras palavras, esta Estratégia de Comunicação parte da

noção de que práticas de saúde sustentáveis acontecem mais provavelmente quando os três elementos seguintes estão presentes:

- ✓ Um Ambiente Favorável - onde aqueles que se encontram nos centros de decisão política e os líderes nacionais estão engajados e pronunciam-se publicamente, e estão a mobilizar recursos para apoiar práticas saudáveis, e com os media inteiramente envolvidos e comprometidos a apoiar a causa.
- ✓ Comunidades, Famílias e Indivíduos Activos - onde os comportamentos saudáveis são a norma, onde existem grupos de apoio e estão abertos à participação de todos e os membros da comunidade são donos plenos do diálogo e das acções que buscam solucionar seus problemas de saúde; e onde as famílias têm as habilidades, a motivação, o conhecimento, as atitudes e os recursos para manter a sua própria saúde.
- ✓ Sistemas sociais eficientes - onde os serviços e os produtos estão disponíveis e todos os provedores de saúde incentivam comportamentos saudáveis. Esta estrutura conceptual “mapeia” o contínuo da mudança social nestas três dimensões para ilustrar como a comunicação, resulta em mudanças iniciais, subsequentes resultados comportamentais e finalmente em mudanças sustentáveis na saúde (ver figura 3).

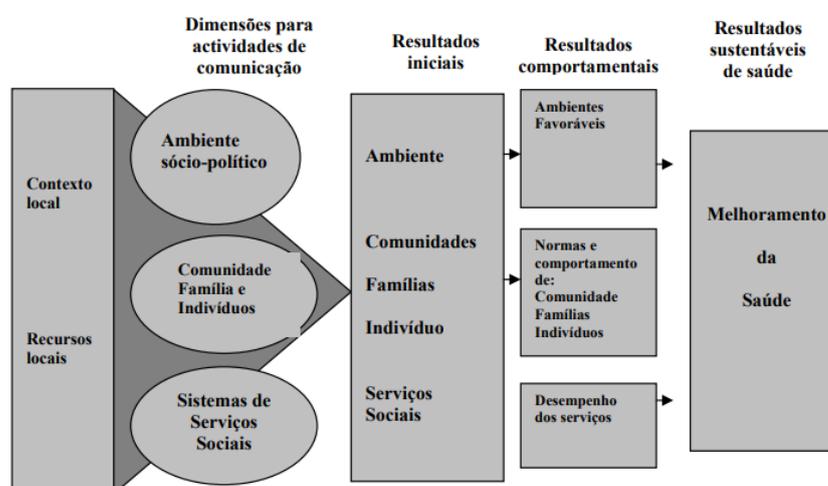


Figura 9. Percuso da Comunicação para a Mudança Social e de Comportamneto

Actualmente, o PEN está em sua quinta versão (PEN V), que foi concebida para dar continuidade as actividade de prevenção e melhorar o desempenho das políticas no âmbito do combate ao HIV.

2.3.2.2. Plano Estratégico Nacional Resposta ao HIV/SIDA –PEN V

O Plano Estratégico Nacional (PEN) de Resposta ao HIV e SIDA 2021-2025 é o quinto plano de Moçambique. Baseia-se no progresso alcançado até o momento, aborda as causas da epidemia e lacunas identificadas durante os últimos cinco anos e busca ampliar as melhores práticas para garantir que a

qualidade e a inovação sustentem a prestação de serviços. O PEN V descreve a estrutura estratégica para uma parceria multissetorial visando acelerar, ainda mais, o progresso na redução das novas infecções pelo HIV e mortes relacionadas ao SIDA em Moçambique. Os ministérios, o sector privado e a sociedade civil desenvolverão também os seus próprios planos de implementação sectoriais, todos alinhados com PEN V.

O PEN V visa articular um quadro estratégico que irá orientar a visão política e programática da resposta nacional ao HIV e SIDA para os próximos cinco anos (2021-2025); Segundo o CNCS (2022), este plano está assente sobre os seguintes objectivos estatégicos:

- A. Reduzir novas infecções pelo HIV: reduzir as novas infecções pelo HIV em 50% de 130 mil, em 2019, para 65 mil, em 2025, incluindo a redução da transmissão vertical para menos de 5% e redução das novas infecções entre raparigas adolescentes e mulheres jovens em 75% de 37 mil, em 2019, para menos de 10 mil, em 2025;
- B. Reduzir o numero de Mortes relacionadas ao HIV e melhorar o be-estar das Pessoas Vivendo com HIV (PVHIV): Moçambique registou progressos assinaláveis, mas muito mais precisa de ser feito para alcançar as metas 95-95-95 até 2030, isto é, 95% das pessoas vivendo com o HIV são diagnosticadas, 95% das pessoas diagnosticadas estão em tratamento e 95% das pessoas em tratamento alcançam a supressão viral;
- C. Reduzir as barreiras Sociais e estruturais para a prevenção, tratamento e mitigação do HIV: redução da vulnerabilidade ao HIV bem como os esforços para reduzir as barreiras sociais e estruturais são fortemente afectados por factores específicos no ambiente sociocultural e económico. Portanto, uma abordagem multissectorial (dentro e fora do governo) para enfrentar os determinantes sociais e estruturais que aumentam o risco e a vulnerabilidade, está prevista para todos os moçambicanos, com particular atenção para as necessidades das raparigas adolescentes e mulheres jovens, e as populações-chave;
- D. Fortalecer a resposta ao HIV baseada nos princípios e abordagens dos direitos humano para facilitar o acesso aos serviços: em Moçambique o quadro jurídico é orientado por uma Constituição da República que garante um conjunto de direitos e estes são incorporados na resposta nacional ao HIV. Existem outros dispositivos legais e políticas de protecção dos direitos humanos no contexto do HIV cuja implementação precisa de ser aprimorada. Ainda persistem lacunas no atendimento por provedores de serviços e no acesso à resposta (reparação) legal para pessoas que sofrem estigma, discriminação e violação de direitos humanos. O objectivo é reduzir o estigma entre as pessoas que vivem com o HIV e populações-chave em pelo menos 50%, tendo a linha de base o ano de 2013;

- E. Apoiar o maior envolvimento das PVHIV e de outras populações prioritárias: consiste em garantir que as comunidades mais afectadas pelo HIV estejam envolvidas na tomada de decisões, implementação e monitoria do desempenho dos programas a todos os níveis de resposta;
- F. Alcançar uma resposta nacional a epidemia do HIV mais coordenada: liderança, a responsabilidade mútua e o comprometimento continuam sendo ingredientes essenciais para uma resposta bem-sucedida. O PEN V incidirá no fortalecimento de uma abordagem descentralizada que coloque os distritos no centro da prestação de serviços de qualidade em todos os sectores e ministérios. Os esforços para fortalecer as estruturas do CNCS deverão ser aumentados. A colaboração e cooperação entre os ministérios serão melhoradas. Os conselhos provinciais e distritais com todos os sectores (público, privado e da sociedade civil) representados, fortalecidos e a liderança nos distritos mobilizada. sobre o desempenho nacional e provincial;
- G. Fortalecer a informação estratégia para impulsionar o progresso em direção ao cumprimento dos objectivos do PEN V: monitoria e avaliação da saúde pública em Moçambique é feita através de sistemas de informação de rotina; sistemas de vigilância; pesquisa programática, epidemiológica e laboratorial. A capacidade será construída para melhorar a qualidade e o uso de dados para a tomada de decisão, a coordenação de informações estratégicas será alcançada e os resultados serão melhor disseminados.
- H. Fortalecer sistema de saúde e comunitários: Avanços foram feitos na expansão da prevenção primária, cuidados e tratamento e mitigação do HIV. Para sustentar os ganhos obtidos até o momento e aumentar ainda mais a resposta, o país precisa de fortalecer e integrar os sistemas de saúde e comunitários;
- I. Fortalecer a resposta ao HIV em situações de emergência: Todos os anos, milhares de moçambicanos são afectados por crises humanitárias resultantes tanto de fenómenos naturais extremos como cheias e ciclones, quanto de origem humana (por exemplo, terrorismo). Uma proporção significativa de pessoas afectadas por essas crises vive com o HIV, e outra em alto risco de infecção pelo HIV. Tendo isso em consideração, o PEN V trás, pela primeira vez, uma abordagem do HIV e SIDA em situação de emergência.

2.3.2.2.1. Abordagem do PEN V

Segundo o CNCS (2021), para alcançar os nove objectivos estratégicos do PEN V e suas metas, sistemas de saúde e comunitários deverão ser fortalecidos para garantir a prestação de serviços e para que os programas sejam eficazes e eficientes. Os planos provinciais de implementação (PIP) deverão descrever especificamente as acções concretas para abordar estes factores críticos de sucessos.

- 1. Foco na comunicação para a mudança social e de comportamento:** Comunicação para Mudança Social e de Comportamento (CMSC) ajuda os indivíduos a reduzir o HIV,

comportamentos de risco, aumenta a demanda por serviços e apoia as pessoas a continuar engajadas nos serviços de HIV, e sigam ou cumpram com os regimes de prevenção e tratamento prescritos. A CMSC é uma componente especialmente importante de uma resposta ao HIV eficaz agora, quando as evidências disponíveis mostram que a população em geral e os jovens em particular, estão menos informados sobre o HIV do que no passado e menos propensos a tomar medidas para reduzir os riscos e seguir os cuidados prescritos.

2. **Integração dos serviços de HIV, co-infecções, comorbidades e com serviços de saúde sexual e reprodutiva:** integração da provisão dos serviços de saúde representa uma oportunidade para a optimização, eficiência, bem como um melhor acesso a estes. Oferecendo serviços de saúde sexual e reprodutiva (SSR) e de HIV, juntos melhoram o acesso aos serviços e fornecem um modelo para a prática de saúde pública centrada nos direitos e nas pessoas.
3. **Sistemas de Saúde e Comunitário fortes:** os sistemas de saúde e comunitários fortes são essenciais para atingir o objectivo global de acabar com a epidemia do HIV como ameaça à saúde pública até 2030. O sistema de saúde deve garantir o ambiente e condições propícias para o desenvolvimento e a implementação/oferta de serviços de qualidade, centrados na pessoa e continuados. Para o alcance de metas ambiciosas de saúde é necessário ter sistemas de saúde fortes, funcionais e inclusivos. Os sistemas comunitários desempenham um papel chave na resposta e garantem a inclusão da participação das comunidades na identificação dos problemas, planificação, oferta e monitoria dos serviços de saúde.
4. **Sustentabilidade:** as políticas, os programas e os serviços devem assegurar benefícios a longo prazo para a população para garantir a sustentabilidade, as capacidades dos provedores de serviços, bem como das comunidades e famílias, devem ser reforçadas. A mobilização e envolvimento crescentes das estruturas locais e líderes de opinião existentes, independentemente de financiamentos exteriores, devem, sob este princípio, ser assegurados como parte da solução para o reforço da sustentabilidade na prevenção, tratamento e mitigação dos efeitos do HIV. Ao mesmo tempo, torna-se imprescindível a definição de mecanismos de financiamento que possam diminuir a dependência e imprevisibilidade de fundos externos para a resposta nacional.
5. **Multisectorialidade:** privilegia e encoraja a implementação de intervenções eminentemente biomédicas dependentes do sector da saúde e, ao mesmo tempo e com o mesmo vigor, de intervenções comportamentais e estruturais orientadas para a redução das vulnerabilidades ao HIV e mitigação do seu impacto. Uma coordenação efectiva dos esforços de todos os actores envolvidos na resposta ao HIV e SIDA deve ser vista como chave para a efectiva complementaridade dos programas dos diferentes sectores e sucesso das intervenções.

6. **Parcerias:** no contexto da implementação do PEN V, é encorajado o estabelecimento de acordos de colaboração entre instituições do sector público, parceiros de cooperação, sector privado, organizações não-governamentais e da sociedade civil, bem como os prestadores de serviços, com base no respeito mútuo, igualdade, responsabilidade compartilhada e complementaridade, para contribuir e reforçar a implementação de políticas e programas de resposta nacional.

2.3.2.3. Roteiro Nacional de Prevenção do HIV/SIDA 2022-2025

O Roteiro Nacional de Prevenção do HIV 2022-2025 foi desenvolvido através de um processo consultivo amplo e inclusivo entre as partes interessadas na prevenção do HIV no país. O processo foi liderado pelo Conselho Nacional de Combate ao SIDA (CNCS).

Como parte do processo de consultas, foram envolvidas as seguintes partes interessadas: o Ministério da Saúde; o Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano; o Ministério da Justiça, Assuntos Constitucionais e Religiosos; o Ministério do Género, Criança e Acção Social; o Instituto Nacional da Acção Social; o Grupo Técnico de Trabalho para Prevenção; o Grupo de Técnico de Trabalho para Adolescentes e Jovens; o Grupo Técnico de Trabalho para Preservativos; o Grupo Técnico de Trabalho para Populações-chave; o Grupo Técnico de Trabalho para Direitos Humanos; o Grupo Técnico de Trabalho para PrEP; o Grupo de Trabalho Técnico das Nações Unidas sobre Prevenção do HIV; o Grupo Técnico Multi-sectorial (GTM); a Plataforma da Sociedade Civil para a Saúde de Moçambique (PLASOC-M); a Equipa do País do Fundo Global, e a Equipa do PEPFAR Moçambique. Este roteiro foi desenvolvido baseiando-se nas diretrizes:

a) Objectivo geral

O Roteiro Nacional de Prevenção do HIV 2022-2025 está alinhado com o PEN V e operacionaliza as suas componentes de prevenção. O Roteiro também procura contextualizar as novas estratégias e abordagens do Roteiro Global de Prevenção do HIV 2025, incluindo melhorias para os cinco pilares de prevenção e o novo **Plano de Acção de 8 pontos**. Este Roteiro não duplica o que já está contido nas estratégias e directrizes de prevenção do HIV existentes em Moçambique. Ao contrário, oferece acções específicas e práticas que estão alinhadas com o PEN V, a Estratégia Nacional de Saúde Escolar do Adolescente e do Jovem 2019-2029, as Directrizes Nacionais para Populações-chave de 2016, a Estratégia Nacional de CMMV 2018-2021, a Estratégia Nacional do Preservativo 2020-2023, as Directrizes Nacionais de PrEP 2021, entre outros.

b) Princípios

- ✓ Informado por evidências

- ✓ Liderado pela comunidade
- ✓ Baseado nos direitos

c) Abordagem

Uma abordagem específica da zona e da população que aborda a heterogeneidade da epidemia do HIV em Moçambique e assegura uma planificação e programação eficazes e eficientes dos serviços de prevenção. Uma abordagem centrada nas pessoas que responde às diferentes necessidades das pessoas em risco e das suas comunidades e que as habilita a fazer escolhas informadas sobre diferentes opções de prevenção em diferentes fases durante o seu ciclo de vida.

2.3.2.3.1. Plano de 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV

O Roteiro Nacional de Prevenção do HIV 2022-2025 adopta um novo plano de 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV e alcançar os objectivos do PEN V. O plano de 8 pontos está alinhado com o Roteiro Global de Prevenção do HIV 2025 e cada acção corresponde a uma área de intervenção no PEN V. As acções deste Roteiro não visam duplicar as acções já indicadas no PEN V. Pelo contrário, visam melhorar as acções do PEN V sobre a prevenção do HIV, e proporcionar maior detalhe operacional e clareza (vide figura 7).



Figura 10. Esquema do Plano de 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV (CNCS, 2022)

Segue-se a descrição de cada um dos 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV em Moçambique, do Roteiro de Prevenção pelo CNCS, (2022):

✓ **Ponto 1: Prevenção de Precisão**

A prevenção de precisão consiste na utilização de dados para uma definição mais precisa de metas das intervenções, adaptadas aos riscos individuais e aos contextos locais.

A prevenção de precisão neste Roteiro alinha-se com o Objectivo Estratégico 7 no PEN V, a fim de reforçar a informação estratégica para impulsionar o progresso.

✓ **Ponto 2: Coordenação Multi-sectorial**

Em Moçambique, as seguintes entidades têm um papel fundamental a desempenhar na prevenção do HIV: Sociedade civil e grupos comunitários; Ministério da Saúde; parceiros de desenvolvimento; sector privado; sector baseado na fé; Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano; Ministério do Género, Criança e Acção Social; Secretaria de Estado da Juventude e Emprego; Ministério da Justiça, Assuntos Constitucionais e Religiosos; Secretaria de Estado do Desporto; Ministério da Defesa Nacional e o Ministério do Interior. O fortalecimento do CNCS como entidade nacional responsável pela coordenação e supervisão da implementação de programas de prevenção do HIV em todos os sectores é uma prioridade fundamental.

✓ **Ponto 3: Investimento Sustentável**

Ao nível global, impõe-se um aumento de quase o dobro dos recursos para a prevenção do HIV baseada na mudança de pensamento, passando a investir na prevenção do HIV para uma resposta mais sustentável. No total, são necessários 961 milhões de dólares americanos no período 2021-2025 para atingir as metas de prevenção do HIV do PEN V. Isto pode ser considerada a meta de financiamento da prevenção do HIV de Moçambique..

✓ **Ponto 4: Programas Liderados pela Comunidade**

Em conformidade com a Estratégia Global do SIDA 2021-2026 – que apela a que 80% dos serviços de prevenção do HIV sejam liderados pela comunidade – o PEN V apela a que as respostas e organizações lideradas pela comunidade sejam fortalecidas através de iniciativas de desenvolvimento de capacidades, assim como o acesso a recursos financeiros. O investimento em plataformas de prestação de serviços liderados pela comunidade é fundamental, para que as populações-chave, RAMJ, e outras populações prioritárias se apropriem da resposta. O PEN V visa assegurar que pelo menos 75% das organizações lideradas pela comunidade participem pelo menos uma vez por ano nos processos de criação ou revisão de políticas, leis e directrizes que respondem às suas necessidades.

✓ **Ponto 5: Remoção de Barreiras**

A nova Estratégia Global do SIDA 2021-2026 visa garantir que, até 2025, menos de 10% dos países tenham ambientes jurídicos e de políticas punitivos, menos de 10% das PVHIV e populações-chave vivenciem o estigma e a discriminação, e menos de 10% das mulheres, raparigas, PVHIV e populações-chave vivenciem desigualdade de género e violência baseada no género (ONUSIDA, 2021). O PEN V

tem um foco particular em abordar as desigualdades que alimentam o risco do HIV, incluindo desigualdade de género, desigualdade social e económica, e desigualdades relacionadas com o acesso ao emprego, pobreza e insegurança alimentar. Acabar com o estigma e a discriminação relacionados ao HIV entre as populações-chave pois é fundamental, especialmente em contextos familiares e comunitários. O mesmo ocorre com as altas taxas de uniões prematuras e violência baseada no género.

✓ **Ponto 6: Pacotes de Prevenção**

O país acaba de desenvolver novas Directrizes de PrEP 2021, que incluem a última recomendação da OMS para oferecer a PrEP orientada pela demanda aos HSH. A Estratégia Nacional de CMMV 2018-2021 requer revisão e actualização. O mesmo acontece com a Estratégia Nacional do Preservativo 2020-2023, antes de este Roteiro expirar. O país tem uma Estratégia Nacional para a Saúde Escolar dos Adolescentes e Jovens 2019-2029, mas está limitada a um cenário. No âmbito do primeiro objectivo estratégico do PEN V, os distritos de cada província serão priorizados de acordo com a sua incidência. Este exercício de priorização distrital já foi 37 vezes feito para RAMJ. Utilizando a última orientação normativa global da ONUSIDA (2020), um pacote diferenciado de RAMJ específico para cada distrito. Este roteiro apela para a sua implementação.

✓ **Ponto 7: Integração de Serviços**

A integração de serviços é identificada como um factor fundamental de sucesso do PEN V. Moçambique também prevê reforçar a integração da saúde nos esforços de desenvolvimento mais amplos ou abrangentes, incluindo Objectivos de Desenvolvimento Sustentável, tais como acabar com a pobreza, aumentar o acesso à educação de qualidade, alcançar a igualdade de género e reduzir as desigualdades. Os dados gerados pelas avaliações sobre a protecção social e sobre o género no Ponto 1 irão apoiar este esforço. A integração de serviços tem um significado particular para as pessoas cujas necessidades são caracteristicamente pouco atendidas pelo sistema de saúde formal. Isto inclui pessoas nas zonas remotas e rurais, as 600.000 pessoas deslocadas internamente em Cabo Delgado, e populações no Centro do país que são vulneráveis a emergências relacionadas com o clima.

✓ **Ponto 8: Novas Tecnologias**

As adaptações à COVID-19 revelaram uma contribuição para o aumento do acesso à prevenção do HIV em circunstâncias difíceis, e serão agora aprovadas e expandidas. Isto inclui a dispensa da PrEP de vários meses, doses de metadona em casa para pessoas que usam drogas, utilização de meios de comunicação social e outras tecnologias digitais para o alcance virtual de populações-chave e RAMJ, e expansão da implementação de auto-testes do HIV. Muitas destas adaptações não só tornam a prevenção do HIV mais centrada no doente, mas também produzem ganhos de eficiência. Por exemplo, a elaboração de

guiões sobre a dispensa de vários meses, desde a dispensa normal à de 3 e 6 meses, poderia poupar 2 milhões de dólares em custos de recursos humanos ao longo de 5 anos. Moçambique já lançou totalmente a dispensa de 3 meses da PrEP (como prática normal, todos os utentes recebem de 1 mês na sua primeira visita, de 2 meses na segunda, e de 3 meses na terceira).

A Tabela 3 resume as acções prioritárias em cada um dos pontos do plano:

Tabela 3. Acções Prioritárias dos 8 pontos para acelerar a prevenção do HIV/SIDA (CNCS, 2022)

Ponto	Acção Prioritária
1. Prevenção precisa	Definir objectivos a nível provincial e distrital para os seis pilares de prevenção do HIV em todas as 11 províncias
2. Coordenação Multi-sectorial	Fortalecer o CNCS através de assistência técnica a longo prazo para coordenação, monitorização e supervisão
3. Investimento Sustentável	Convocar uma reunião de alto nível sobre o financiamento nacional para a prevenção por sectores não ligados à saúde
4. Programas liderados pela comunidade	Envolver organizações lideradas pela comunidade no desenho, implementação e supervisão de intervenções
5. Remoção de Barreiras	Rever a Lei 19/2014 sobre o HIV e promulgar regulamentos para apoiar a sua implementação
6. Pacotes de prevenção	Implementar um pacote diferenciado para as RAMJ de acordo com Exercício de priorização distrital
7. Integração de serviços	Integrar a prevenção do HIV na assistência humanitária em situações de emergência
8. Novas Tecnologias	Realizar campanhas de sensibilização e criação de demanda, lideradas pela comunidade, sobre novas formas de PrEP

2.4. Variáveis espaciais Determinantes do HIV/SIDA

Segundo Tanser *et al.* (2015), variáveis espaciais referem-se a características relacionadas ao espaço geográfico que podem ser analisadas em função de sua localização.

Compreender o papel que variáveis espaciais desempenham na dinâmica de distribuição do HIV/SIDA e outras doenças infectocontagiosas é crucial para o desenvolvimento de políticas locais mais eficientes, na medida e que a influência destes elementos ajuda na identificação de padrões de prevalência, *hotspots* de transmissão (Tanser *et al.* 2009). No caso do HIV, são:

✓ Distância aos serviços de saúde

De acordo com o INS (2021), a distância aos serviços de saúde é um dos principais fatores que influenciam a propagação do HIV.

Em áreas rurais, onde a infraestrutura de saúde é limitada, as pessoas frequentemente enfrentam desafios para acessar serviços essenciais, como testes de HIV, tratamento com antirretrovirais (TARVs) e aconselhamento (CNCS, 2020). A ausência de acesso fácil faz com que muitas pessoas vivam sem

diagnóstico/tratamento ou a descontinuidade do tratamento dada a distância, o que aumenta a carga viral e a probabilidade de transmissão (MISAU, 2020). Estudos mostram que comunidades localizadas a mais de 10 km de clínicas têm significativamente menores taxas de testagem e adesão ao tratamento (Tanser et al., 2015).

✓ **População**

De acordo com INE (2020) & INS (2021), áreas densamente povoadas, como centros urbanos, são mais propensas a interações sociais frequentes, o que pode facilitar a propagação de doenças infecciosas e contagiosas, em contrapartida, áreas de baixa densidade populacional podem enfrentar desafios únicos, como isolamento e estigmatização, que dificultam o acesso aos serviços de saúde.

✓ **Mobilidade humana**

A mobilidade humana é uma das variáveis espaciais mais significativas no contexto do HIV. Trabalhadores migrantes, como mineiros e transportadores, muitas vezes se deslocam de regiões rurais para urbanas, transportando consigo riscos de infecção, esses trabalhadores podem adquirir o vírus em áreas de alta prevalência e transmiti-lo em suas comunidades de origem (MISAU, 2020). Em Moçambique, rotas comerciais, como aquelas que conectam portos e fronteiras, são associadas a maiores taxas de infecção devido à interação frequente com populações móveis, incluindo profissionais do sexo (Camlin *et al.*, 2014).

✓ **Características socioeconômicas**

A pobreza e a desigualdade são factores geográficos que aumentam a vulnerabilidade ao HIV, onde populações com baixo nível de renda frequentemente carecem de educação sobre prevenção, acesso a preservativos e recursos para buscar tratamento (INE, 2020). E de acordo com Bärnighausen *et al.* (2007), este cenário cria um ciclo de vulnerabilidade onde a falta de opções econômicas pode levar as pessoas, especialmente mulheres, a dependências financeiras que as colocam em situações de maior risco de infecção. Em Moçambique, as regiões economicamente desfavorecidas, como áreas rurais isoladas, frequentemente apresentam taxas elevadas de infecção, agravadas pela ausência de redes de apoio social e saúde (INE, 2020).

✓ **Infraestrutura de saúde desigual (nº de unidades sanitárias com serviços de TARV)**

A disparidade na infraestrutura de saúde entre áreas urbanas e rurais contribui para a propagação do HIV (INS, 2021). De acordo com o CNCS (2022), na maioria das províncias de Moçambique, os serviços de saúde estão concentrados em capitais e cidades, deixando regiões remotas sem acesso adequado a assistência médica e medicamentosa. Isso significa que os indivíduos nessas áreas dependem de viagens

caras e demoradas para buscar cuidados, o que muitas vezes resulta em atrasos no diagnóstico e tratamento. Além disso, a falta/escassez de distribuição de medicamentos TARVs, em áreas rurais, dificulta a adesão ao tratamento, levando a um aumento na carga viral e, conseqüentemente, maior transmissibilidade (CNCS, 2022).

✓ **Circuncisão Masculina**

De acordo com o MISAU (2021), diversos estudos científicos indicam que a remoção do prepúcio pode reduzir significativamente o risco de transmissão do HIV em homens heterossexuais.

Em um estudo realizado em Quênia, Bailey *et al.* (2007), descobriram que a circuncisão masculina reduz o risco de transmissão heterossexual do HIV em aproximadamente 60%. Este estudo foi um dos três grandes ensaios clínicos randomizados que estabeleceram a eficácia da circuncisão masculina como intervenção preventiva contra o HIV. Um outro estudo em Uganda, Wawer *et al.* (2009), investigaram o impacto da circuncisão masculina na transmissão do HIV em casais serodiscordantes, tendo havido uma redução no risco de transmissão para homens circuncidados, em 59%.

3.1. Área de Estudo

3.1.1. Localização Geográfica da Área de estudo

Moçambique situa-se na faixa sul-oriental do Continente Africano, entre os paralelos 10°27'S e 26°52'S de latitude e entre os meridianos 30°12' E e 40°51' E de longitude. Ao Norte limita com a Tanzânia; ao Oeste com o Malawi, Zâmbia, Zimbabwe e Swazilândia; e ao Sul com a África do Sul. Toda a faixa Este, banhada pelo Oceano Índico numa extensão de 2,470 km, tem um significado vital tanto para Moçambique como para os países vizinhos situados no interior que só têm ligação com o oceano através dos portos moçambicanos. A superfície do seu território é de 799,380 km quadrados (DHS Program, 2018). O país está dividido em 11 Províncias: ao Norte, Niassa, Cabo Delgado e Nampula, ao Centro, Zambézia, Tete, Manica e Sofala, ao Sul, Inhambane, Gaza, Maputo e Maputo Cidade (figura 6) (DHS, 2018).

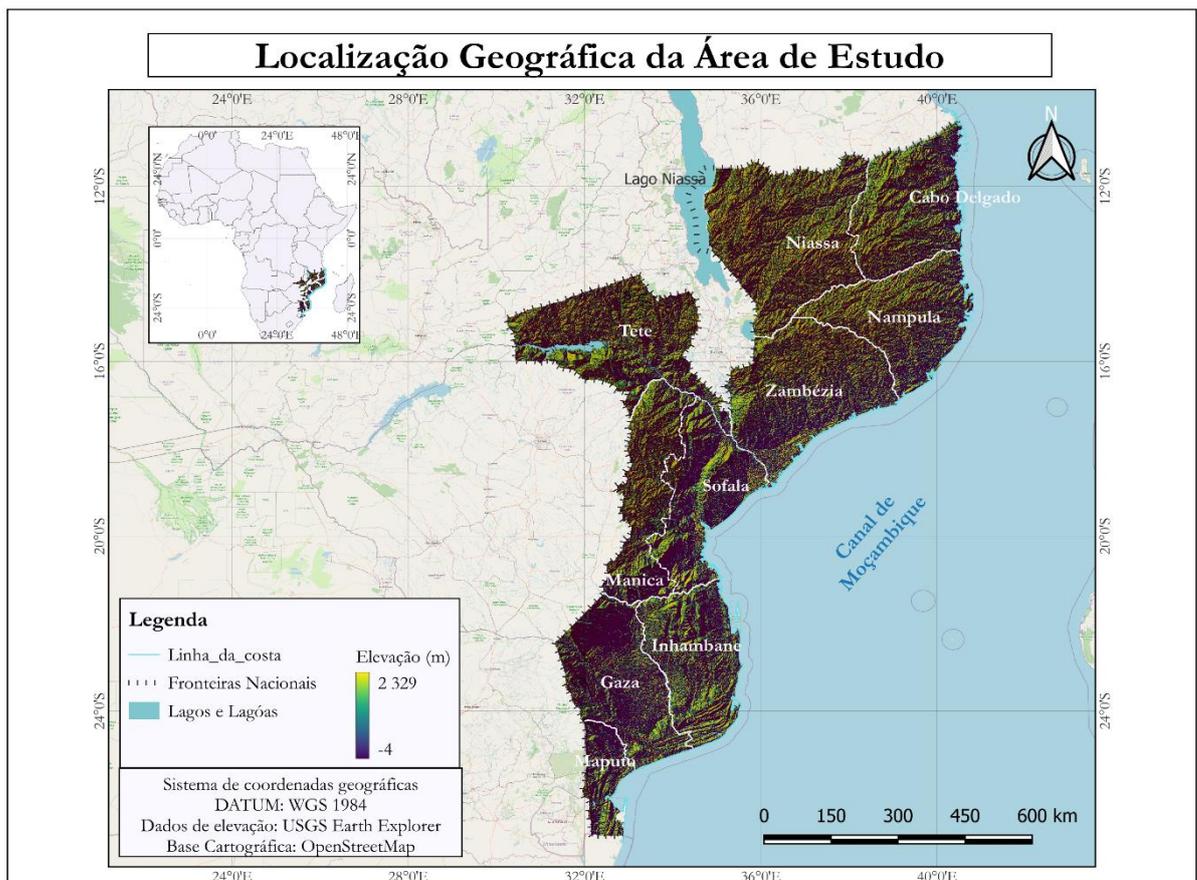


Figura 11. Mapa de Localização da Área de estudo

3.1.2. População e Condições e Económicas

Actualmente Moçambique conta com cerca de 33 milhões de habitantes distribuídos maioritariamente nas províncias de Maputo, Nampula e Zambézia (INE, 2022).

A evolução da estrutura da população pode ser resumida em três grandes grupos de idades: o grupo dos jovens (0-14 anos), o grupo dos potencialmente activos ou adultos (15-64), e o dos idosos (65 anos e mais). A evolução histórica da taxa de natalidade modelou uma estrutura da população bastante jovem, caracterizada por uma base muito larga e um achatamento no topo. Do mesmo modo, a proporção do grupo de idosos também tem diminuído ao longo das décadas, outra evidência do seu rejuvenescimento, neste caso no topo da pirâmide etária (DHS Program, 2018).

Segundo o INE (2020), Moçambique apresenta a estrutura populacional, típica de um país menos desenvolvido, tem implicações sócioeconómicas, pois a sua população é mais propensa ao consumo do que a produção devido a elevada proporção de dependentes. Nesse ano, a razão de dependência demográfica¹ era de 92.5 %, o que significa que havia aproximadamente 93 pessoas dependentes por cada 100 em idade produtiva. Em outras palavras, esta estrutura pressiona de forma preponderante os sectores chaves do desenvolvimento, principalmente a educação, saúde, emprego e habitação.

A despeito dos seus ricos recursos naturais e da sua posição estratégica na região da África Austral, Moçambique é actualmente considerado um dos países mais pobres do mundo.

Com base no IPH Moçambique figura entre os sete países onde a pobreza humana afecta mais de 50 % de toda a população; todos estes países, com excepção de um, são africanos: Níger, Serra Leoa, Bourkina Faso, Etiópia, Mali, Camboja e Moçambique. Esta imagem da posição de Moçambique a nível internacional é reveladora duma crise económica profunda e prolongada produzida por uma multiplicidade de factores (DHS, 2018).

3.1.3. Clima e Relevo

O território moçambicano, como toda a região Austral do Continente Africano, não apresenta grande variedade de paisagem. Da costa para o interior podem-se distinguir três tipos de relevos: - a planície litoral que ocupa grande parte do território (40 %). Esta é a região natural onde se observa a maior concentração da população, - os planaltos com altitudes que variam entre 200 e 1,000 metros, - os grandes planaltos e montanhas que ocupam uma pequena parte do território nacional, com altitudes superiores a 1,000 metros. A região sul é predominantemente plana, a região norte possui maiores altitudes, solos mais

férteis e florestas tropicais e a oeste do país, está parte do vale do Rift, uma região de relevo acidentado (DHS, 2018).

Quanto ao clima, este varia de tropical e subtropical no norte e centro, a estepe semiárida com uma bolsa de deserto tropical seco no Sul (por exemplo, partes de Gaza). De Outubro a Março é geralmente quente e chuvoso, com temperaturas ao longo da costa Norte e no interior do vale do Zambeze superiores a 35 °C, em média. De Abril a Setembro é mais fresco e seco, com temperaturas médias nocturnas no Sul a descer abaixo dos 25 °C. A estação chuvosa começa em Novembro e atinge picos em Janeiro/Fevereiro. A precipitação varia de 1.800 mm por ano perto do Delta do Zambeze até 300 mm por ano nas terras baixas do interior do Sul. As terras altas das regiões Norte e central são afectadas pela monção do nordeste no Verão. Os ciclones tropicais do Oceano Índico atingem tipicamente Moçambique no Verão e estão associados às precipitações mais fortes (ONU, 2018).

3.2. Aquisição de dados

Coleta de dados é o processo sistemático de reunir e medir informações sobre variáveis específicas com o objetivo de responder a perguntas de pesquisa, testar hipóteses ou avaliar resultados. Esse processo foi conduzido de maneira indirecta, na medida em que todos os dados descritivos foram retirados do Relatório do Inquérito Nacional sobre o Impacto do SIDA (INSIDA 2021) publicado pelo INS e Relatório Anual do HIV/SIDA 2021 publicado pelo CNCS.

3.2.1. Dados epidemiológicos

Foram coletados dados de rotina (registros de testagem positiva) do HIV segmentados por província, dados de incidência de casos por faixa etária e gênero em todo o território nacional, como também, os dados de variáveis determinantes do HIV segundo o MISAU. Estes dados são constituídos pelas variáveis: circuncisão masculina por província, população, número de unidades sanitárias fixas com serviços de diagnóstico e TARV que constam no relatório anual do HIV/SIDA 2021, publicado na plataforma digital do CNCS.

Importa referir que a selecção das variáveis determinantes do HIV/SIDA no presente estudo, foi condicionada pela disponibilidade de dados.

3.2.1.1. Pré-processamento e Limpeza:

Os dados levantados foram organizados e tratados utilizando estatística descritiva, permitindo o entendimento da prevalência das doenças e sua distribuição espacial nas microrregiões do estado. Foi utilizado o programa Microsoft Office Excel, versão 2019, para tabulação dos dados e análise descritiva.

- ✓ Verificação de Consistência: Comparação dos dados de diferentes fontes para identificar e corrigir discrepâncias.

- ✓ Normalização dos Dados: Padronização dos dados epidemiológicos em termos de formato e unidades de medida, assegurando a compatibilidade dos dados tabulares com a base cartográfica.

3.2.2. Dados Geoespaciais

No presente trabalho os dados geoespaciais consistem em uma base cartográfica de dados vectoriais.

3.2.2.1. Fonte de Dados e Softwares

Nesta secção são apresentados os dados usados, seu tipo, formato e a fonte dos mesmos (tabela 4), bem como, todas as ferramentas tecnológicas utilizadas para o processamento e análise dos dados (tabela 5).

Tabela 4. Descrição dos Dados de pesquisa

Dados	Tipo de dado	Formato	Fonte
Dados de rotina do HIV/SIDA	Alfanumérico	.pdf	CNCS & INS
Circuncisão Masculina	Alfanumérico	.pdf	CNCS & INS
População	Alfanumérico	.pdf	INE
Nº de Unidades Sanitárias/província	Alfanumérico	.pdf	CNCS & INS
Base Cartográfica	Vectorial	Shapefile	CENACARTA

Tabela 5. Descrição dos Recursos de pesquisa

Software	Tipo	Versão	Função
Microsoft Word	Desktop	MSO 2016	Redação do Relatório
Microsoft Excel	Desktop	MSO 2016	Pré-processamento dos dados
QGIS	Desktop	3.30	Mapeamento descritivo
Draw.IO	Executável	----	Mapeamento de processos
Rstudio	Desktop	4.4.1	Análise de padrões de distribuição do HIV
GeoDa	Desktop	2.2.1	Estudo de Correlação espacial (HIV × Variáveis explicativas)

3.2.3. Processamento e Análise espacial

3.2.3.1. Mapeamento Descritivo

No processo de criação de mapas de distribuição do HIV/SIDA, foram produzidas Representações quantitativas, aplicando o método coroplético para a representação da prevalência do HIV em gênero e faixa etária para ano 2021, combinado a abordagem de figuras geométricas proporcionais para a

representação do efetivo de novos casos registrados de HIV, bem como o número de unidades sanitárias com serviços TARV por província. Desta forma, foram seguidas as seguintes etapas:

✓ **Prevalência do HIV/SIDA**

Feita a vinculação dos dados epidemiológicos a base cartográfica por forma a possibilitar a análise da ocorrência do fenómeno no espaço, foi aplicado o método Coroplético para descrever a distribuição dos casos de HIV/SIDA registrados no ano de 2021 em cada província por faixa etária, com os seguintes parâmetros:

- a) Tipo de Símbolo: Graduado;
- b) Método/variável visual: Cor (rampa de cores: Reds);
- c) Modo de representação: Quebras naturais;
- d) Número de classes: 9.

Foram elaborados ao todo, 4 mapas coropléticos para as faixas etárias de 15 a 24 anos, 25 a 35, 35 a 49 e 50+. Foi ainda elaborado um mapa da situação epidemiológica nacional no âmbito da epidemia do HIV/SIDA, respeitando os parâmetros supracitados, com a adição de figuras geométricas proporcionais centradas na área de ocorrência, nos seguintes parâmetros:

- a) Tipo de Símbolo: Graduado;
- b) Método/variável visual: Cor (rampa de cores: YOrRd);
- c) Modo de representação: Quebras naturais;
- d) Número de classes: 9

✓ **Incidência do HIV/SIDA**

Com vista a identificação de regiões de alta incidência de HIV/SIDA, destacando zonas de maior risco e vulnerabilidade, foi elaborado um gráfico de linhas, representando províncias no eixo X e o número de novos casos registrados em 2021, no eixo Y.

✓ **Determinantes do HIV/SIDA**

Para a representação dos determinantes do HIV, foi igualmente aplicado o método coroplético para descrever a sua distribuição por província, com os seguintes parâmetros:

- e) Tipo de Símbolo: Graduado;
- f) Método/variável visual: Cor;
- g) Modo de representação: Quebras naturais;
- h) Número de classes: 5.

3.2.3.2. Análise de Padrões de Distribuição e Correlação Espacial

O processo de análise de padrões e correlação espacial é guiado pelas variáveis espaciais selecionadas no âmbito do estudo. O INS (2021), considera como Indicadores de HIV/SIIDA em Moçambique: o quintil de riqueza, escolaridade, histórico de parceiros sexuais, circuncisão masculina, população e condições socio-ambientais e acesso aos serviços de TARV.

Importa referir que é ideal estudar a correlação entre o HIV e todas as variáveis supracitadas, entretanto, no presente trabalho, a seleção de variáveis não foi feita tendo em conta a base teórica existente, mas, pela disponibilidade dos dados, dada a escassez dos mesmos. Desta forma, foram consideradas as variáveis: circuncisão Masculina, a população e o número de unidades sanitárias com serviços TARV em cada província.

3.2.3.2.1. Interpolação Espacial

A interpolação espacial é uma técnica estatística usada para estimar valores em locais não amostrados, com base nas informações de locais próximos. No caso da presente pesquisa, foi feita uma interpolação sob a camada de HIV, tipo vectorial em feição de pontos. Esta camada é o resultado da transformação de feição da camada de dados de HIV que se apresentava em polígonos, resultante da união dos dados alfanuméricos com a base cartográfica no processo de mapeamento descritivo. Para essa transformação foi usado o método de análise vectorial Pontos aleatórios dentro de polígonos.

O Método de pontos aleatórios dentro do polígono, consiste em criar uma camada de pontos dentro de uma camada de polígonos, onde o resultado são pontos que herdaram os atributos dos polígonos nos quais estão inseridos na camada de polígonos. Os parâmetros da transformação foram:

- a) Camada de entrada: CasosHIV_Shapefile;
- b) Número de pontos no polígono: 100 pontos;
- c) Distância média entre pontos: 100 metros;
- d) Camada de saída: HIV_Shapefile;

O Método de Interpolação usado foi o da **Interpolação Inversa do Quadrado da Distância (IDW)** que assume que a influência de um ponto amostrado decai com a distância. O valor de cada ponto não amostrado é calculado com base na média ponderada dos pontos mais próximos, onde o peso diminui com a distância, conforme a equação:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i)^q Z_i}{\sum_{i=1}^n (D_i)^q} \quad (14)$$

O objetivo da interpolação é criar uma camada raster cujos valores de pixel refletem a distribuição de casos de por província. Este raster é o dado usado nas análises de agrupamentos e identificação de pontos

críticos, conforme (Elliot & Wartenberg, 2004), enunciam que a interpolação de dados pontuais (vetoriais) para uma superfície contínua (raster) permite visualizar gradientes de risco e identificar áreas de maior concentração de casos, tal como no estudo da Leptospirose no Rio de Janeiro, no qual Barcellos & Sabroza (2000) investigaram o surto de leptospirose ocorrido em 1996 na zona oeste do Rio de Janeiro, com técnicas de análise espacial incluindo a interpolação, os pesquisadores correlacionaram dados ambientais, como uso do solo e áreas inundáveis, com a incidência da doença usando representação em formato raster permitiu identificar áreas de maior risco, evidenciando a relação entre factores socio-ambientais e a propagação da leptospirose.

3.2.3.2.2. Identificação de agrupamentos espaciais (Clusters)

A análise dos padrões de distribuição e concentração do HIV em diferentes regiões foi baseada na ferramenta de análise espacial do Índice de Moran I Local, que permite avaliar a autocorrelação espacial, identificando se a ocorrência do HIV em uma determinada área está relacionada com a presença do HIV em áreas vizinhas. O Índice de Moran Local (LISA) fornece informações detalhadas sobre os padrões locais de distribuição, permitindo identificar aglomerados de valores muito altos ou áreas com baixa concentração de infecções por HIV, com base na equação:

$$I = \frac{(HIV_i - \overline{HIV}) \sum_{j \neq i} W_{ij} (HIV_j - \overline{HIV})}{s^2} \quad (15)$$

Onde HIV_i , HIV_j e s^2 são os casos nos locais i e j , e a variância do HIV, respectivamente;

W_{ij} a matriz dos pesos espaciais relacionando as localidades i e j , e \overline{HIV} a média de casos de HIV;

3.2.3.2.3. Identificação de Pontos Críticos (Hotspots)

A identificação de hotspots no presente trabalho foi baseada na estimativa do Índice Getis-Ord G .

O Getis-Ord G^* é uma estatística usada para identificar pontos de altas ou baixas concentrações (*hotspots* e *coldspots*) de uma variável em um espaço geográfico. O Getis-Ord G^* se concentra em encontrar agrupamentos de valores altos (*hotspots*) e baixos (*coldspots*) em regiões específicas. A equação do G^* local é:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} HIV_j}{\sum_{j=1}^n HIV_j} \quad (16)$$

Onde:

G_i^* é o valor da estatística para a localização i ;

w_{ij} é o peso espacial que define a proximidade entre a localização i e a localização j ;

HIV_j é o valor da variável em estudo na localização j .

3.2.3.2.4. Regressão Espacial

A regressão espacial é uma técnica clássica de estudo de correlação entre fenómenos que ocorrem no espaço e variáveis explicativas. Dada a natureza do presente trabalho, em busca de compreender a possibilidade de existência ou não de dependência espacial entre a ocorrência/ distribuição heterogênea do HIV/SIDA e as covariáveis/variáveis determinantes, a regressão espacial foi a escolha para a modelação espacial.

As covariáveis usadas para o estudo foram as mesmas do mapeamento de determinantes do HIV/SIDA, dada a escassez dos dados de outros factores determinantes na distribuição do HIV. Os dados sobre determinantes, bem como a prevalência do HIV/SIDA são do tipo vectorial, organizados na tabela de atributos de uma camada de polígonos (provincias).

A modelação espacial do presente trabalho é baseada em dois modelos de regressão: Modelo de Regressão Linear (OLS) e Modelo de Regressão Espacial Autorregressiva (SAR), visando modelar a dependência espacial entre as variáveis (prevalência do HIV/SIDA vs. Determinantes do HIV).

✓ Modelo de Regressão Linear (Ordinary Least Squares)

A regressão Linear modela a relação linear entre variáveis, em que a variável dependente (casos de HIV) é modelada como uma combinação linear das variáveis independentes ou covariáveis (determinantes) conforme a expressão:

$$HIV_i = \alpha + \beta_1 \times POP_i + \beta_2 \times CMM_i + \beta_3 \times US_TARV_i + \varepsilon_i \quad (17)$$

Onde:

α é o intercepto (constante) e $\beta_{1,2,3}$...os coeficientes das variáveis independentes;

POP_i , CMM_i e US_TARV_i são as variáveis independentes (população, circuncisão masculina e unidades sanitárias com TARV, respectivamente) e ε_i é o termo de erro ou ruído.

O modelo OLS minimiza a soma dos quadrados dos erros para estimar os coeficientes β . Assumindo que os erros não estão correlacionados entre as observações (Greene, 2012).

✓ Regressão Espacial Autorregressiva

De acordo com Anselin (1988), o Modelo de Regressão Espacial Autorregressiva (SAR) incorpora a dependência espacial diretamente na variável dependente, ou seja, os valores da variável HIV em um local são influenciados pelos valores observados nos locais vizinhos, o que é capturado por uma matriz de pesos espaciais, conforme a equação:

$$HIV_i = \rho W_{HIV} + \beta_1 \times POP_i + \beta_2 \times CMM_i + \beta_3 \times US_TARV_i + \varepsilon_i \quad (18)$$

Onde:

W_{HIV} é matriz de pesos espaciais, que define a relação entre as diferentes observações espaciais e ρ o coeficiente de autocorrelação espacial;

$\beta_{1,2,3}$...os coeficientes das variáveis independentes;

POP_i , CMM_i e US_TARV_i são as variáveis independentes (população, circuncisão masculina e unidades sanitárias com TARV, respectivamente) e ε_i é o termo de erro aleatório.

O coeficiente do modelo, (o parâmetro de autoregressão espacial ρ), indica o nível de dependência entre os valores da variável de interesse em locais próximos, sendo que $\rho > 0$ indica uma dependência espacial positiva, em que locais com valores altos tendem a ter vizinhos com valores também altos, enquanto $\rho < 0$ indica uma dependência negativa (Elhorst, 2014).

3.2.3.2.5. Validação do desempenho dos Modelos de Regressão

De acordo com Lopes *et al.* (2003), a análise dos resíduos é o primeiro passo para a avaliação da qualidade do ajuste da regressão. Desta forma, a avaliação do desempenho dos modelos de regressão foi por meio dos parâmetros de ajuste (R^2) e os parâmetros de diagnóstico (teste de Jarque-Bera e teste de Breusch-Pagan).

3.3. Fluxograma Metodológico

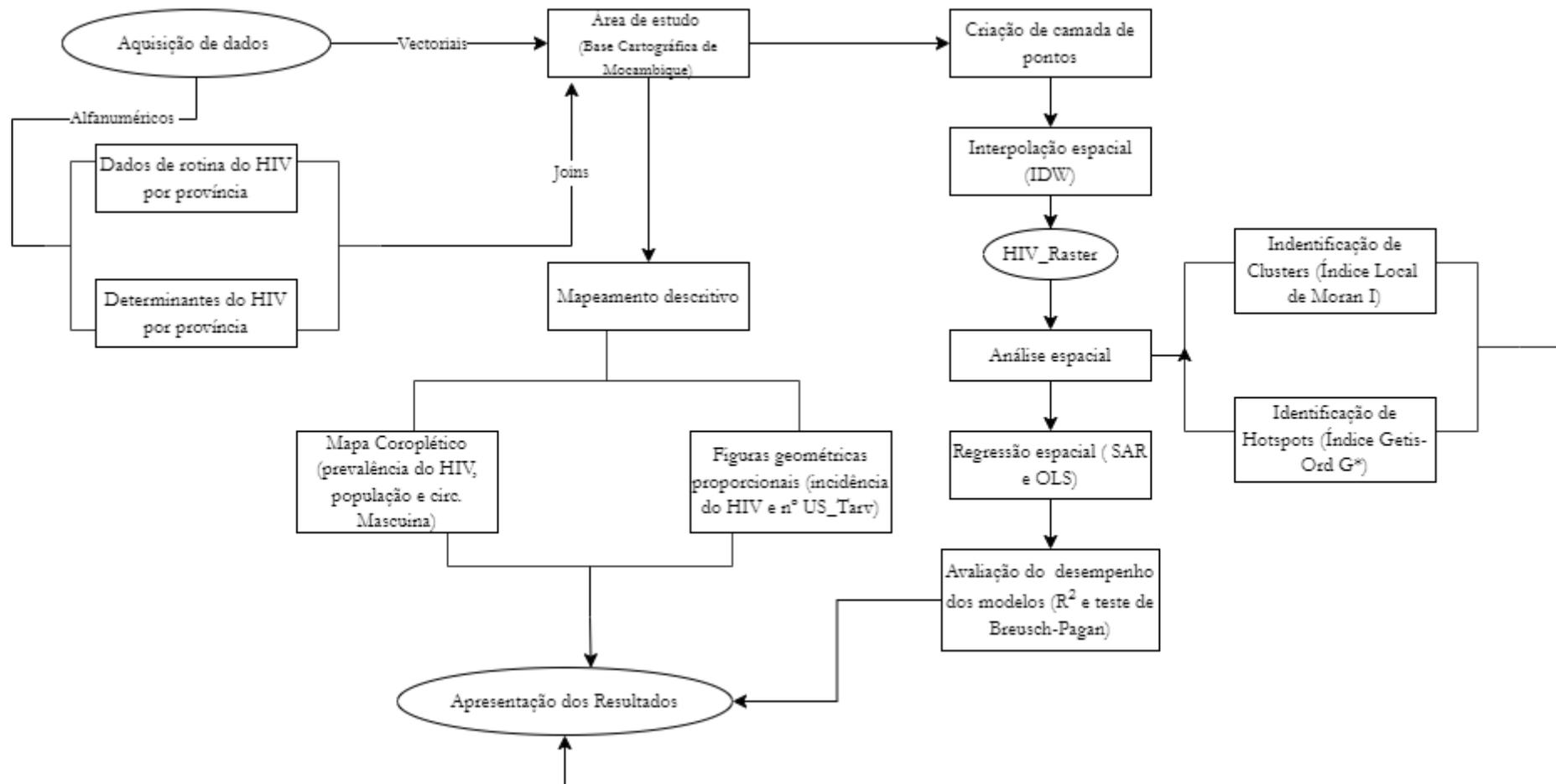


Figura 12. Fluxograma Metodológico

Resultados e Discussões

O presente capítulo é constituído pela discussão dos resultados obtidos na análise de dados através dos métodos citados no capítulo anterior.

4.1. Mapeamento descritivo

O mapeamento descritivo resultou em 3 principais resultados: Mapa da Situação Epidemiológica Nacional no âmbito do HIV/SIDA, Mapa de Prevalência e Incidência do HIV/SIDA nas províncias nacionais por faixa etária e género e, finalmente, o Mapa de variabilidade dos determinantes do HIV/SIDA no contexto nacional.

4.1.2. Prevalência e Incidência do HIV/SIDA

A prevalência e incidência do HIV/SIDA, foram mapeadas no contexto nacional, bem como, na distribuição de casos por faixa etária e género, nas diferentes províncias. Desta forma, os resultados do mapeamento da prevalência e incidência seguem-se:

a) Situação Epidemiológica Nacional

O mapa da figura 13 apresenta a situação epidemiológica do HIV/SIDA em Moçambique no ano de 2021, representando a distribuição espacial da incidência (círculos proporcionais) e prevalência (rampa de cores) da doença. Observa-se que as províncias de Zambézia, Sofala, Manica, Maputo e Gaza, apresentam alta incidência conforme os círculos maiores centrados na área e prevalência, conforme indicado pelas cores mais saturadas, por outro lado as províncias de Cabo Delgado e Niassa, apresentam menores círculos e cores mais clareadas, o que indica menor número de casos registados de pessoas vivendo com HIV/SIDA, bem como, de infecções registadas no ano de 2021 (incidência).

Os gráficos presentes no mapa mostram que a nível nacional maior parte das novas infecções ocorre na faixa etária entre 15 e 49 anos, com destaque para os grupos de 15 a 24 anos e 35 a 49 anos, que apresentam os maiores números. Além disso, nota-se uma diferença significativa entre os géneros, onde a incidência do HIV/SIDA é maior entre mulheres em comparação com os homens, especialmente nas idades reprodutivas.

b) Prevalência e Incidência por gênero e faixa etária

O mapa na figura 14 apresenta a prevalência e incidência do HIV/SIDA a nível de província, segmentado por faixas etárias e diferenças de gênero. A distribuição espacial da prevalência é detalhada em quatro mapas, cada um representando uma faixa etária específica: (A) 15 a 24 anos, (B) 25 a 34 anos, (C) 35 a 49 anos e (D) acima de 50 anos. Observa-se que as províncias de Zambézia, Sofala, Manica e Maputo apresentam as maiores taxas de prevalência em todas as faixas etárias, com destaque para a Zambézia na faixa de 15 a 24 anos, onde a concentração de casos é mais elevada.

O gráfico de incidência do HIV/SIDA por província evidencia uma disparidade significativa entre homens e mulheres, com as mulheres apresentando uma incidência anual substancialmente maior em todas as províncias. As províncias de Zambézia, Sofala e Nampula lideram em números absolutos de novos casos, indicando uma vulnerabilidade maior nessas regiões. A menor incidência é observada nas províncias de Cabo Delgado e Niassa, o que sugere variações espaciais e demográficas na disseminação da doença.

Situação Epidemiológica Nacional do HIV/SIDA - 2021

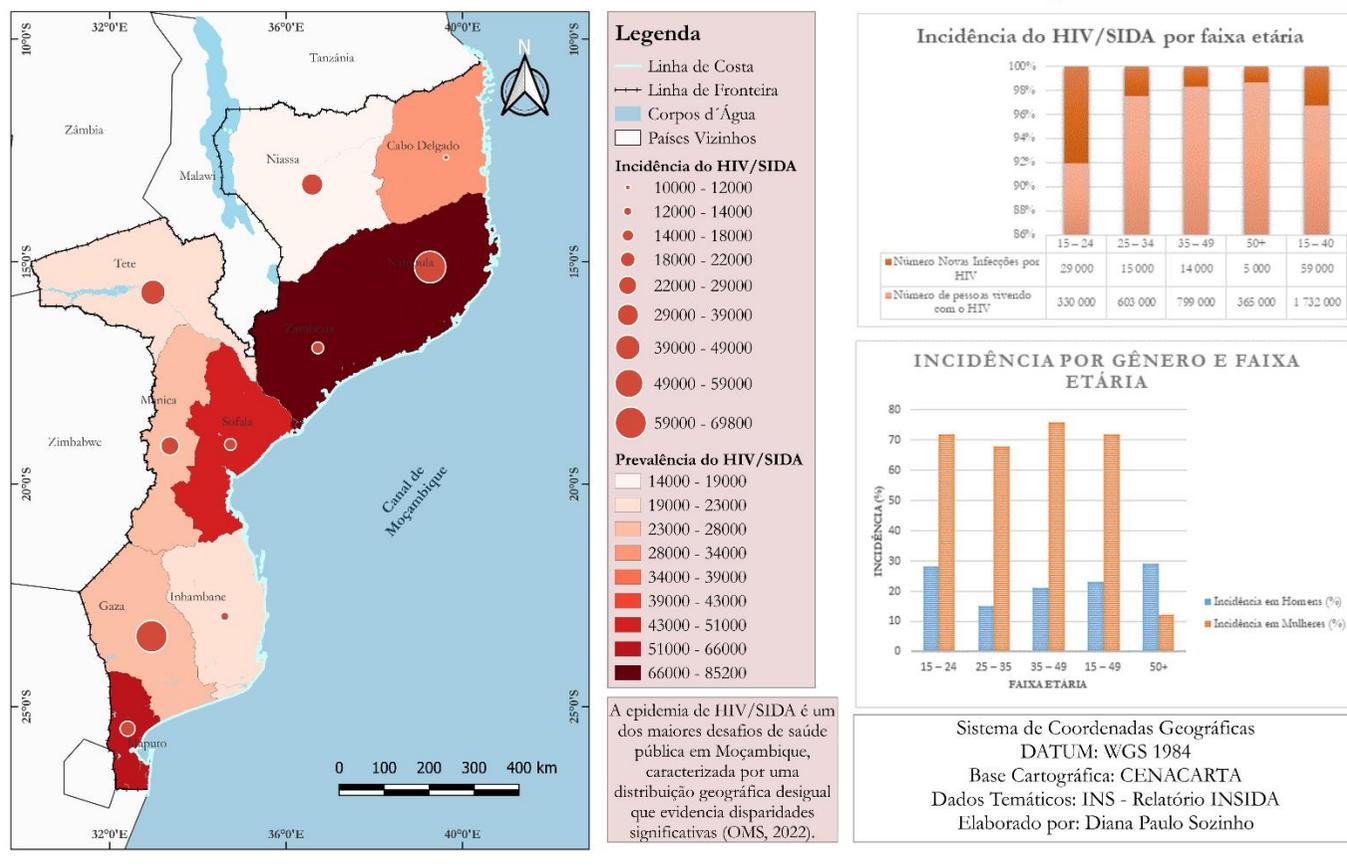


Figura 13. Mapa da Situação Epidemiológica Nacional do HIV/SIDA 2021

Prevalência e Incidência do HIV/SIDA a nível de Província

HIV
S
I
D
A

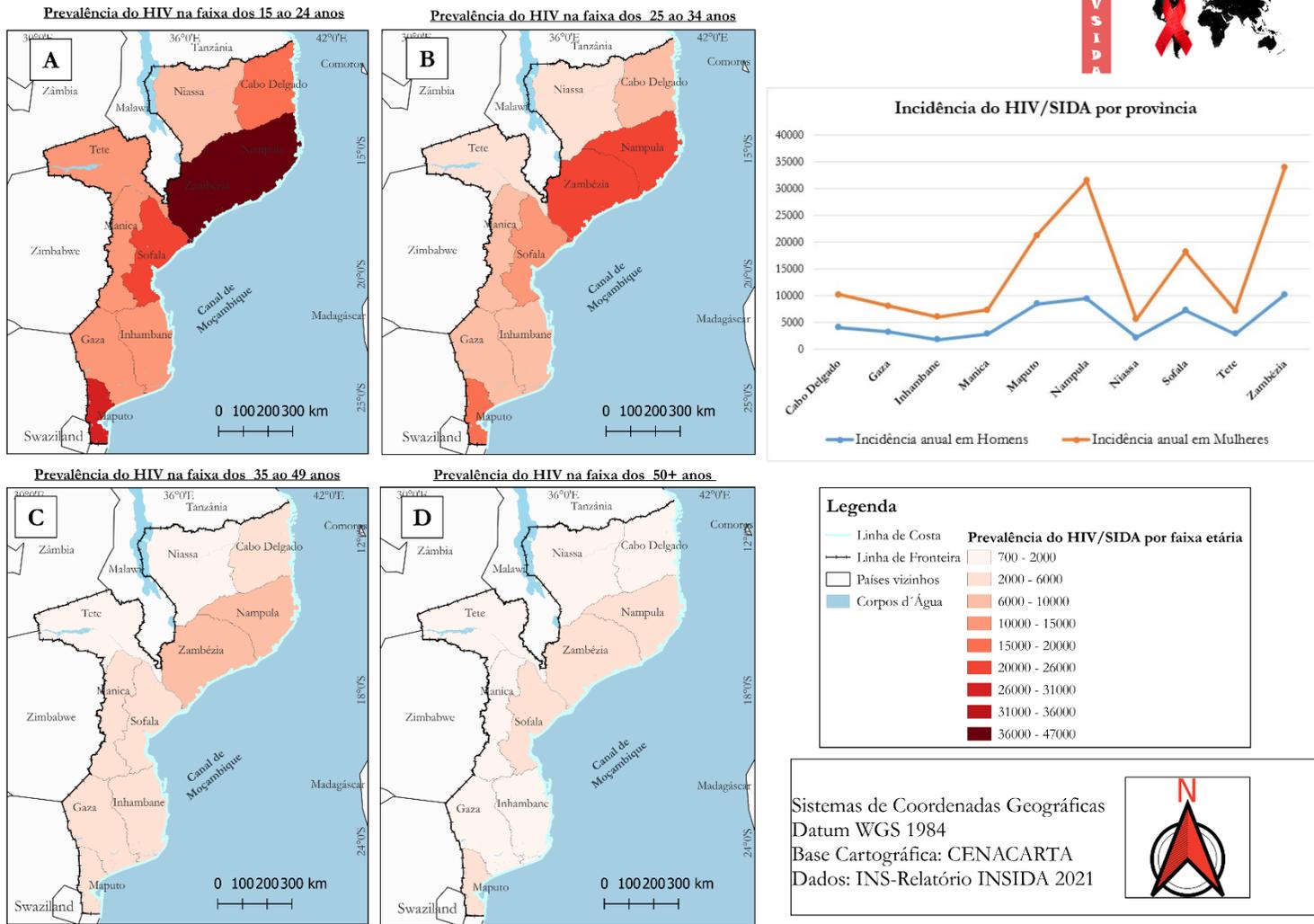


Figura 14. Mapa de Prevalência do HIV/SIDA a nível de província, por faixa etária e gênero

4.1.3. Variabilidade dos Determinantes do HIV/SIDA

O mapa apresenta a variabilidade espacial dos determinantes do HIV/SIDA em Moçambique, considerando três variáveis principais: A: circuncisão masculina, B: população por província e C: número de unidades sanitárias com serviços TARV, conforme pode se observar no mapa da figura 15.

Observa-se que a cobertura da circuncisão masculina varia entre as províncias, sendo maior em Sofala, Zambézia e Tete, enquanto Gaza, Inhambane e Maputo apresentam as menores taxas. Como a circuncisão masculina é um fator protetor contra a transmissão do HIV, essa distribuição pode influenciar a incidência da doença.

A população também apresenta uma distribuição desigual, com as províncias mais populosas sendo Zambézia, Nampula e Sofala, enquanto Gaza, Inhambane e Niassa possuem menor população. Como o número de pessoas influencia a demanda por serviços de saúde e a taxa de infecção, as províncias mais populosas podem enfrentar maiores desafios no combate ao HIV.

O número de unidades sanitárias com serviços TARV acompanha, em certa medida, a distribuição populacional, com maior concentração em províncias como Nampula, Zambézia e Sofala. No entanto, algumas províncias menos populosas, como Gaza e Niassa, apresentam menor disponibilidade desses serviços, o que pode indicar dificuldades no acesso ao tratamento. Ao relacionar essas variáveis, percebe-se que as províncias mais populosas tendem a ter mais unidades de saúde com serviços TARV, sugerindo que a distribuição desses serviços pode estar alinhada com a demanda populacional. No entanto, a baixa taxa de circuncisão em algumas províncias, como Gaza e Maputo, pode aumentar a vulnerabilidade à transmissão do HIV. Além disso, algumas províncias com alta circuncisão, como Tete e Sofala, também apresentam boa cobertura de unidades com TARV, o que pode indicar uma abordagem mais eficaz de prevenção e tratamento.

Variabilidade Espacial dos Determinantes do HIV/SIDA

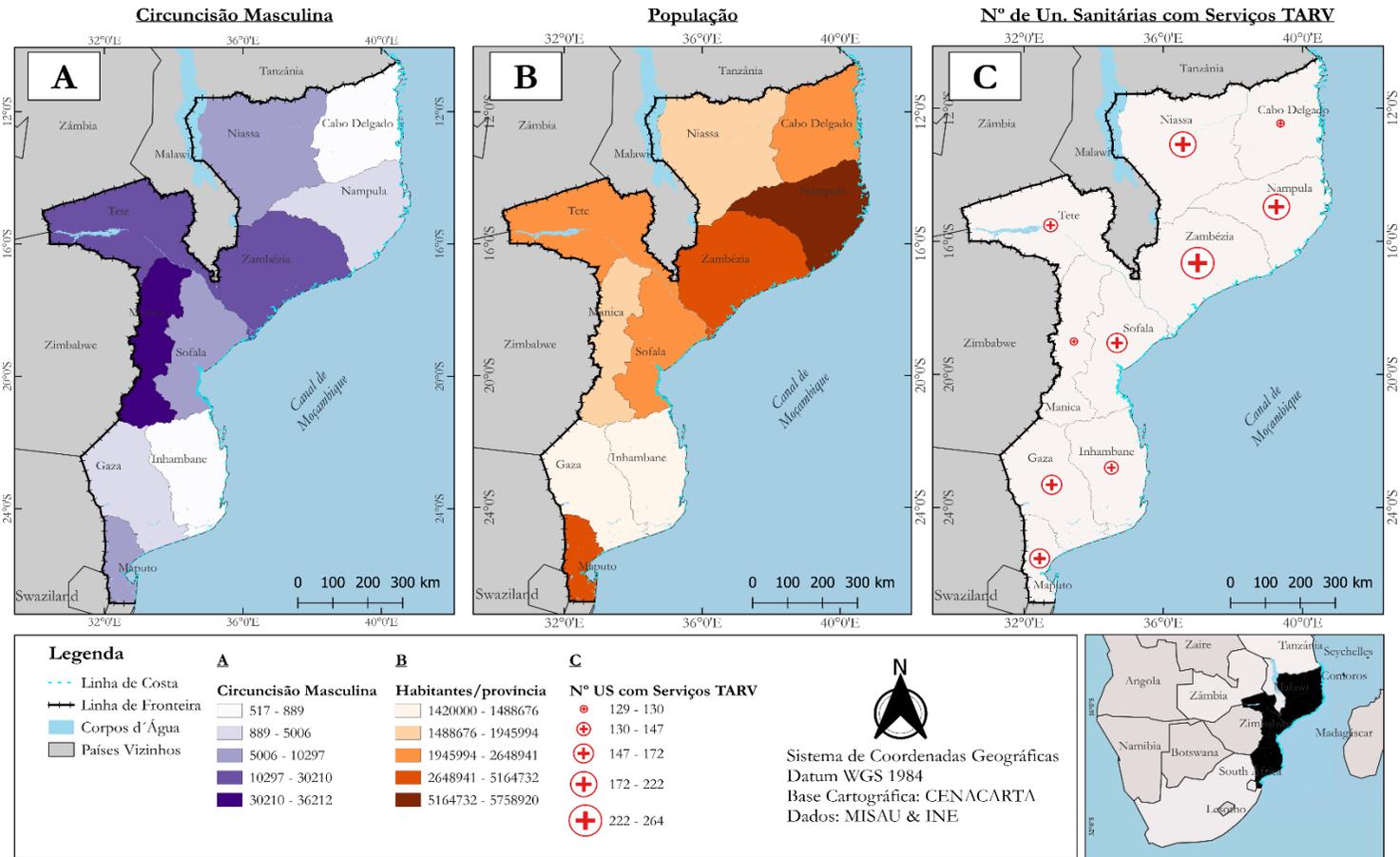


Figura 15. Variabilidade dos Determinantes do HIV/SIDA ano de 2021

4.2. Análise de Padrões e correlação espacial

Para a análise de padrões de distribuição usou o Índice de Moran para calcular a autocorrelação do HIV/SIDA e identificar agrupamentos (*clusters*) e o índice Getis-Ord G^* para a identificação de pontos críticos de acesso ao HIV.

4.2.2. Análise de *Clusters* e *Hotspots*

O mapa apresenta uma análise da distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique em 2021, destacando padrões de concentração da doença por meio de duas abordagens: a distribuição de pontos críticos (*hotspots*) e a distribuição de aglomerados (*clusters*).

Na secção referente aos *hotspots* (mapa à esquerda), observa-se a presença de pontos castanhos que indicam áreas críticas em relação à incidência da doença.. A maior concentração desses pontos ocorre especialmente nas províncias da Zambézia e Nampula sugerindo que essas regiões possuem uma elevada densidade de casos e podem estar associadas a factores como maior movimentação populacional e acesso a portos e centros urbanos. Já a secção de *clusters* (mapa à direita) apresenta uma escala de cores que varia do vermelho mais intenso ao rosa claro, indicando diferentes níveis de aglomeração de casos de HIV/SIDA. A legenda mostra que os valores variam entre -3,426379 (cor mais clara, indicando baixa significância estatística na formação de *clusters*) e 6,446426 (cor mais saturada, representando regiões com forte aglomeração de casos). Nota-se que as áreas mais escuras, que indicam maior concentração de casos, estão situadas nas províncias da Zambézia, Nampula e Sofala, além de Gaza e Maputo, enquanto as regiões do interior, como Niassa e Tete, apresentam *clusters* de menor intensidade, conforme observa-se na figura 15.

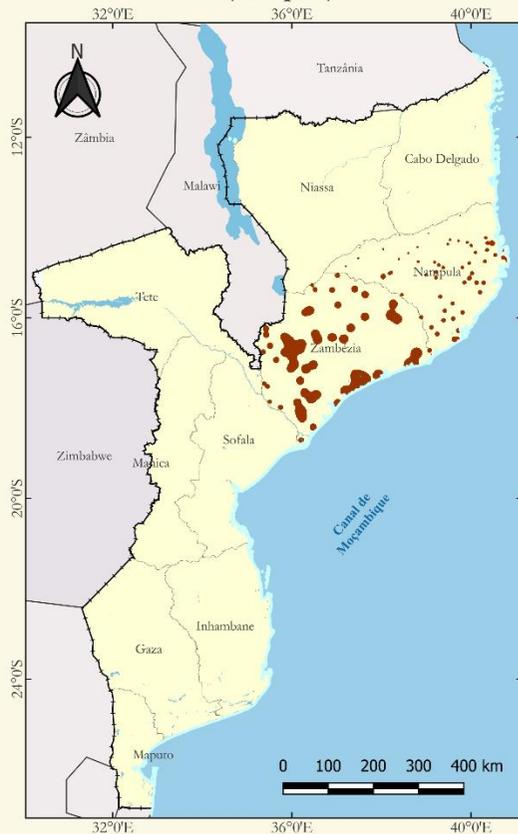
Os dados da tabela reforçam as representações, indicando que a Zambézia lidera em número de casos notificados (85.104), seguida de Nampula (78.828), Maputo (53.264) e Sofala (45.563). As províncias de Niassa e Tete apresentam os menores números, com 14.045 e 19.811 casos, respectivamente. Evidenciando a diparidade na distribuição de casos e HIV o que pode estar relacionada a fatores como população, acesso a serviços de saúde e padrões de comportamento de risco.

O mapa permite inferir que a propagação do HIV/SIDA em Moçambique apresenta padrões de distribuição com *hotspots* bem definidos e *clusters* mais intensos nas províncias do centro e norte, com excepção de Maputo que embora não possua *hotspots*, apresenta uma tendência de agrupamento de valores altos.

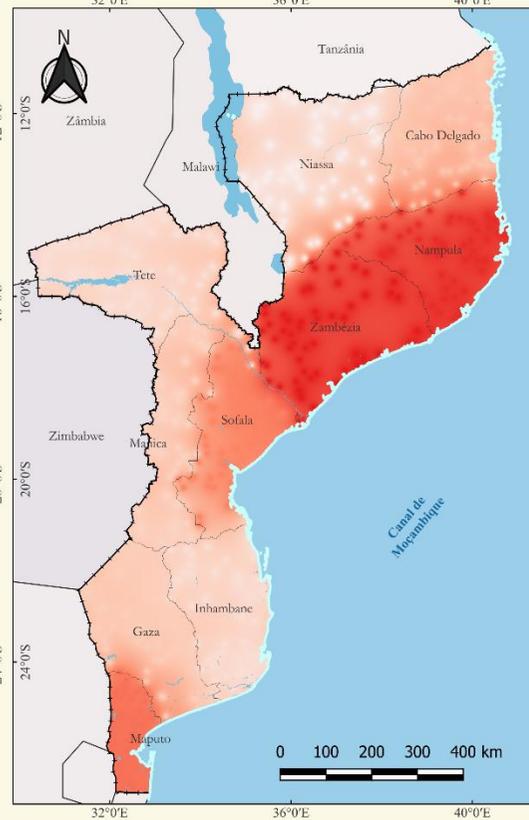
Análise de Padrões de Distribuição Espacial do HIV/SIDA - 2021



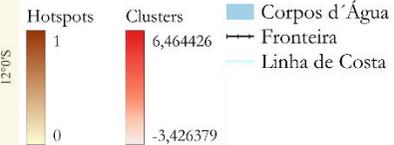
Distribuição Espacial de Pontos Críticos (Hotspots)



Distribuição Espacial de Aglomerados (Clusters)



Legenda



Província	Nº de casos notificados
Cabo Delgado	29039
Nampula	78828
Zambézia	85104
Niassa	14045
Tete	19811
Manica	24467
Sofala	45563
Inhambane	20266
Gaza	27187
Maputo	53264

Sistema de Coordenadas Geográficas
DATUM WGS 1984
Base Cartográfica: CENACARTA
Dados: INS - Relatório INSIDA
Elaboração: Diana Paulo Sozinho

Figura 16. Padrões de Distribuição de HIV/SIDA em Moçambique no ano de 2021

4.2.3. Regressão Espacial

A regressão espacial foi feita com base nos dados vectoriais do HIV vs. Determinantes (camada de polígonos de unidades geográficas provinciais).

4.2.3.1. Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla foi estimada utilizando o método dos Mínimos Quadrados (OLS) para analisar a relação entre o número de casos de HIV (variável dependente) e três variáveis explicativas: população, cobertura de Circuncisão Masculina (CMM) e o número de usuários em TARV (US_TARV).

Os resultados do ajuste do modelo indicam um coeficiente de determinação (R^2) de 0,854, sugerindo que aproximadamente 85,4% da variabilidade no número de casos de HIV é explicada pelo modelo.

Ao analisar os coeficientes individuais das variáveis explicativas, observa-se que a variável População apresenta um coeficiente positivo e estatisticamente significativo ($\beta = 0.0138$), ($p = 0.018$), indicando que um aumento na população está associado a um aumento no número de casos de HIV. Em termos práticos pode assumir-se que o aumento de 100 pessoas na população corresponderia um incremento de 1,38 casos de HIV. Por outro lado, as variáveis CMM ($\beta = -0.1400$), ($p = 0.657$) e US_TARV ($\beta = 81.3658$), ($p = 0.596$) não são estatisticamente significativas, sugerindo que, dentro desta amostra, não há evidência de que essas variáveis tenham um efeito significativo sobre o número de casos de HIV, conforme ilustra a tabela 6.

Tabela 6. Sumário da Regressão Linear Múltipla

Variável	Coefficiente β	p-value	Significância
População	0.0138	0.01798	Significativo
Circ. masculina	-0.1400	0.65734	Não significativo
Un. San.TARV	81.3658	0.59553	Não significativo

No diagnóstico da regressão o teste de Jarque-Bera sugere que os resíduos seguem uma distribuição normal ($p = 0.580$), e o teste de Breusch-Pagan indica que não há evidências de heterocedasticidade ($p = 0.877$), por fim, o teste de Lagrange Multiplicador (lag) indica uma possível dependência espacial dado que o seu valor de p, embora acima de 0.05, ainda é muito próximo ($p = 0.062$), o que pode indicar que um modelo espacialmente ajustado pode melhorar os resultados.

Em suma, o modelo de regressão múltipla indica que apenas a variável "População" se mostrou estatisticamente significativa na explicação do número de casos de HIV. No entanto não ignora-se a existência de efeitos espaciais que não foram completamente capturados pelo modelo, o que é previsto observar no modelo de regressão autoregressiva.

4.2.3.2. Regressão Espacial Autoregressiva

A estimativa foi realizada utilizando o princípio de Máxima Verossimilhança para analisar a relação entre o número de casos de HIV e as variáveis explicativas, considerando a influência espacial da variável dependente.

O modelo possui um bom ajuste, com o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,963$), indicando que 96,3% da variabilidade no número de casos de HIV é explicada pelo modelo. Esse ajuste é significativamente superior ao modelo OLS ($R^2 = 0,854$), o que sugere que a inclusão da dependência espacial melhora a explicação dos dados.

O coeficiente da defasagem espacial foi estimado em $\rho = -0,7285$ com $p < 0,0001$, indicando uma correlação inversa entre o número de casos de HIV em uma unidade e o número de casos nas unidades vizinhas. Ou seja, províncias com maior número de casos não necessariamente tendem a estar cercadas por áreas com maiores números de casos, e vice-versa.

Analisando os resultados das variáveis explicativas observa-se que a População teve coeficiente bastante próximo do modelo anterior ($\beta = 0,0114$), ($p < 0,0001$), indicando uma alta significância na correlação com o HIV. O que sugere que pode assumir-se que um aumento de 1.000 pessoas na população resulta, em média, em um aumento de 11,4 casos de HIV. Essa relação continua positiva e estatisticamente significativa, como no modelo OLS. No caso das Unidades Sanitárias com Serviços TARV (US_TARV) o coeficiente foi maior que no modelo OLS ($\beta = 196,28$), ($p = 0,0012$), sugerindo que esta variável também tem uma correlação significativa com o número de casos de HIV, o que em termos práticos sugere que um aumento no número de unidades sanitárias que oferecem Tratamento Antirretroviral (TARV), está associado a um aumento médio de 196 casos de HIV. Esse resultado pode indicar que regiões com mais unidades sanitárias oferecendo TARV também apresentam um número maior de casos detectados, o que pode estar relacionado ao acesso facilitado ao diagnóstico e acompanhamento de pacientes. Assim, o aumento do número de unidades com TARV reflete um maior número de indivíduos testados e registrados, e não necessariamente um aumento real na incidência do HIV. Para a cobertura da CMM o coeficiente foi negativo ($\beta = -0,1836$), ($p = 0,1189$), indicando uma relação negativa, mas, não estatisticamente significativa, entre essa variável e o número de casos de HIV, conforme ilustra a tabela 7.

Tabela 7. Sumário da Regressão Espacial Autoregressiva

Variável	Coefficiente β	p-value	Significância
População	0.0114333	0.00000	Significativo
Circ. masculina	-0.183557	0.11892	Não significativo
Un. San.TARV	196.278	0.00123	Significativo

Como diagnóstico o teste de Breusch-Pagan indicou ausência de heterocedasticidade ($p = 0,746$), sugerindo que a variância dos resíduos é homogênea e que os erros seguem um padrão estável.

Em suma modelo SAR apresentou um ajuste superior ao modelo OLS, evidenciado pelo alto R^2 . O efeito espacial negativo ($\rho = -0,7285$) sugere que áreas com muitos casos de HIV tendem a estar cercadas por áreas com menos casos, o que pode indicar a presença de padrões espaciais específicos na distribuição da doença, evidenciando a necessidade de considerar estudos em unidades de área menores considerando factores locais específicos de cada região.

A variável população continua sendo o factor fortemente associado ao número de casos de HIV, e a variável US_TARV também mostrou um impacto significativo, que pode estar relacionado a maior detecção de casos devido à ampliação dos serviços de testagem e tratamento, e não necessariamente a um aumento real da transmissão do HIV.

5.1. Conclusões

A análise espacial do HIV/SIDA em Moçambique em 2021 identificou padrões geográficos significativos da doença. Os mapas gerados evidenciaram que Zambézia, Sofala, Manica, Maputo e Gaza apresentaram altas taxas de prevalência e incidência, enquanto Cabo Delgado e Niassa registaram os menores números de casos. A incidência foi maior entre mulheres em idade reprodutiva, com destaque para os grupos dos 15-24 e 35-49 anos.

Quanto aos determinantes do HIV/SIDA, Sofala, Zambézia e Tete apresentaram maior cobertura de circuncisão, enquanto Gaza, Inhambane e Maputo tiveram as menores taxas. A distribuição populacional foi mais elevada na Zambézia, Nampula e Sofala, e a cobertura dos serviços TARV acompanhou parcialmente essa tendência, sendo menor em Gaza e Niassa.

A regressão linear mostrou que a população foi estatisticamente significativa para o número de casos, enquanto circuncisão e unidades TARV não foram. A regressão espacial indicou que a inclusão da dependência espacial melhora a explicação dos dados, sugerindo que áreas com alta incidência de HIV tendem a estar cercadas por regiões com menor número de casos. O número de unidades TARV mostrou-se significativo no modelo espacial, indicando que uma maior disponibilidade desses serviços pode ser associada a uma maior detecção de casos do HIV.

Em suma, os resultados indicam que a distribuição espacial do HIV/SIDA em Moçambique no ano de 2021, seguiu padrões distintos, com hotspots bem definidos pela influência de factores demográficos e de infraestrutura de saúde. A população é fortemente associada ao número de casos, enquanto a ampliação do acesso ao TARV reflecte o aumento da capacidade de detecção de novos casos. A consideração do modelo espacialmente ajustado mostrou-se essencial para compreender melhor os padrões de disseminação da doença e auxiliar na formulação de políticas públicas mais eficazes no combate ao HIV/SIDA no país.

5.2. Limitações

Durante o desenvolvimento do estudo foram enfrentadas diversas limitações que impactaram a precisão e abrangência das análises. Entre as principais, destaca-se a indisponibilidade de dados de rotina sobre o HIV/SIDA em fontes públicas, o que dificulta a implementação de estudos de epidemiologia espacial mais detalhados. Segundo Pfeiffer et al. (2008), a acessibilidade limitada a dados espaciais de saúde pública compromete a capacidade de se desenvolver modelos que capturem padrões detalhados da distribuição da doença.

Ademais, os dados disponíveis nos relatórios anuais estão agregados em unidades geográficas amplas (províncias), reduzindo a resolução espacial das análises. Estudo de Cromley & McLafferty (2012), por exemplo, evidencia que a utilização de dados em níveis administrativos amplos pode mascarar heterogeneidades locais, comprometendo a precisão na identificação de *hotspots* da doença e na compreensão de factores espaciais associados. Isso está alinhado com o problema da "Modifiable Areal Unit Problem", descrito por Openshaw (1984), onde diferentes escalas de agregação espacial podem levar a interpretações distintas dos dados.

5.3. Recomendações

Para melhorar a precisão das análises sobre a distribuição espacial de doenças em Moçambique, recomenda-se que estudos futuros sejam conduzidos em unidades geográficas menores do que as utilizadas no presente trabalho. De acordo com Gesler & Meade (1988), a agregação de dados em unidades espaciais demasiado amplas pode mascarar padrões locais e dificultar a identificação de áreas de maior risco. Do mesmo modo, Waller & Gotway (2004) enfatizam que análises a uma escala mais detalhada permitem capturar variações espaciais locais mais subtis, essenciais para intervenções de saúde pública mais eficazes.

Além disso, sugere-se a incorporação de mais variáveis ambientais e socioeconómicas para aprofundar a compreensão dos factores que influenciam a distribuição de doenças. Conforme indicado por Cromley & McLafferty (2012), a inclusão de variáveis contextuais melhora a capacidade predictiva dos modelos espaciais e permite um planeamento mais direccionado das políticas de saúde.

Por fim, a recomendação da aplicação de metodologias que considerem a dependência espacial dos dados, uma abordagem defendida por Fotheringham, Brunson & Charlton (2002) como essencial para captar a heterogeneidade espacial e fornecer estimativas mais precisas em estudos epidemiológicos.

Referências

- Almeida, R., et al. (2015). Malaria clusters in the Brazilian Amazon. *Malaria Journal*
- Andrade, S., et al. (2014). Dengue hotspots in Rio de Janeiro: A spatial scan approach. *Tropical Medicine & International Health*.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L. (1995). *Local Indicators of Spatial Association—LISA*. *Geographical Analysis*, 93-115.
- Anselin, L. (2003). *GeoDa 0.9 User's Guide*. *Spatial Analysis Laboratory*, University of Illinois.
- Anselin, L., & Getis, A. (1992). *Spatial Statistical Analysis and Geographic Information Systems*. *The Annals of Regional Science*, 26(1), 19–33.
- Anselin, L., & Rey, S. J. (2014). *Modern Spatial Econometrics in Practice: A Guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL*. GeoDa Press.
- Arbia, G. (2014). *A Primer for Spatial Econometrics: With Applications in R*. Palgrave Macmillan.
- Arbia, G., & Piras, G. (2009). *A New Class of Spatial Concentration Measures*. *Computational Statistics & Data Analysis*, 53(8), 2988–3000.
- Arbia, G., & Petrarca, F. (2011). *Modelling Local Spatial Autocorrelation in the Geographical Analysis of Individual Firms' Data*. *Journal of Geographical Systems*, 13(3), 233–249.
- Atkinson, P. M., & Tate, N. J. (2000). *Spatial Scale Problems and Geostatistical Solutions: A Review*. *The Professional Geographer*, 52(4), 607–623.
- Bailey, T. C., & Gatrell, A. C. (1995). *Interactive spatial data analysis*. Harlow: Longman.
- Bekker, L.-G., Alleyne, G., Baral, S., Cepeda, J., Daskalakis, D., & Dowdy, D. (2018). *Advancing global health and strengthening the HIV response in the era of the Sustainable Development Goals: the International AIDS Society—Lancet Commission*. *The Lancet*, 392(10144), 312-358
- Bezerra, M., et al. (2020). COVID-19 hotspots in São Paulo: KDE analysis. *Epidemiology and Infection*.
- Carvalho, M. S., & Souza-Santos, R. (2005). *Análise espacial de dados de saúde pública: o uso do SIG e estatísticas espaciais*. *Cadernos de Saúde Pública*, 911–920.

- Bis, A. L. F. *et al.*, (2022). *Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV): Descrição dos Avanços no Desenvolvimento do seu Tratamento*. Centro Universitário UNA.
- Caivano, J. L. (1990). *The Research on Color in Cartography: A Historical Review*. *Cartographica*, 27(3).
- Campbell, J. (2001). *Map Use & Analysis (4th ed.)*. McGraw-Hill.
- Castner, H. W. (2003). *Basic Cartography for Students and Technicians (Vol. 1)*. Butterworth-Heinemann.
- Crampton, J. W. (2010). *Mapping: A Critical Introduction to Cartography and GIS*. Wiley-Blackwell.
- Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data*. Wiley.
- Demarmels, S. *et al.* (2017). *Thematic Cartography*. GITTA.
- Delaney, J. (2012). *Toward a Mapping of Cartography's Conceptual Hierarchy*. *Cartographic Perspectives*.
- Dent, B. D. (1999). *Cartography: Thematic Map Design (5th ed.)*. WCB/McGraw-Hill.
- Dodge, M., Kitchin, R., & Perkins, C. (2011). *The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation*. Wiley-Blackwell.
- Dorling, D. (1996). *Area Cartograms: Their Use and Creation*. *Concepts and Techniques in Modern Geography*, 59, 1–65.
- Downey, P. (2008). *Cartographic Design: Thematic Map Representation*. Esri Press.
- Cliff, A. D., & Ord, J. K. (1973). *Spatial Autocorrelation*. Pion.
- Elliott, P., & Wartenberg, D. (2004). *Spatial Epidemiology: Current Approaches and Future Challenges*, *Environmental Health Perspectives*.
- Elliott, P., Wakefield, J., Best, N., & Briggs, D. (2001). *Spatial epidemiology: methods and applications*. Oxford University Press
- Filho, B. S. S., (2000). *Modelagem de Dados Espaciais*. Departamento de Cartografia: Centro de Sensoriamento Remoto - UFMG.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2000). *Quantitative Geography: Perspectives on Spatial Data Analysis*. Sage Publications.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Wiley.

- Getis, A., & Ord, J. K. (1992). *The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics*. Geographical Analysis, 189-206.
- Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating spatial heterogeneity in the analysis of health data. *Statistics in Medicine*
- INS. (2021). *Inquérito Nacional sobre o Impacto do HIV e SIDA em Moçambique*.
- Khan, R., et al. (2018). Mapping air pollution in Lahore using IDW interpolation. *Journal of Environmental Management*.
- Kuldorff, M. (1997)., *A spatial scan statistic*. *Communications in Statistics: Theory and Methods*.
- Lawson, A. B. (2001). *Statistical methods in spatial epidemiology*. Chichester: Wiley.
- LeSage, J. P., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press.
- ONUSIDA. (2013). *Distribuição da incidência de infeções por HIV na população de 15 a 49 anos em Moçambique por modo de transmissão*.
- OMS. (2023). *Epidemiological Fact Sheet: HIV Statistics, globally and by WHO Region*.
- Piot, P., Abdool Karim, S. S., Hecht, R., Legido-Quigley, H., Buse, K., Stover, J., & Goosby, E. (2015). *Defeating AIDS — Advancing global health*. The Lancet, 386(9989), 171-218.
- Ramjee, G., & Daniels, B. (2013). *Women and HIV in Sub-Saharan Africa*. *AIDS Research and Therapy*, 10, 30.
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman & Hall.
- Terry, A. Robert, B. McMaster., et al., (2023). *Thematic Cartography and Geovisualization*. 4ª edição. CRC Press.
- UNAIDS (2023). Global HIV & AIDS Statistics — Fact Sheet. Disponível em: [https://www.unaids.org]
- WHO (2023). HIV/AIDS. Organização Mundial da Saúde. Disponível em: [https://www.who.int]
- Yang, W., et al. (2013). Assessing air pollution exposures using interpolated pollution surfaces in urban areas. *Atmospheric Environment*.
- Yiqun X., Shashi S., & Yan L. (2022). *Statistically-Robust Clustering Techniques for Mapping Spatial Hotspots: A Survey*.

Apêndice 1: Relatório de Regressão Lineal Múltipla

|>01/21/25 15:05:09

REGRESSION

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

Data set : CORRELAÇÃO
 Dependent Variable : nº de cas Number of Observations: 10
 Mean dependent var : 39757.4 Number of Variables : 4
 S.D. dependent var : 23967.8 Degrees of Freedom : 6

R-squared : 0.854218 F-statistic : 11.7191
 Adjusted R-squared : 0.781327 Prob(F-statistic) : 0.0063953
 Sum squared residual:8.37452e+008 Log likelihood : -105.406
 Sigma-square :1.39575e+008 Akaike info criterion : 218.812
 S.E. of regression : 11814.2 Schwarz criterion : 220.022
 Sigma-square ML :8.37452e+007
 S.E of regression ML: 9151.24

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	-10765.4	17819.5	-0.604139	0.56788
Populaçã	0.0137806	0.0042707	3.22677	0.01798
CMM	-0.140047	0.300233	-0.466461	0.65734
US_TARV	81.3658	145.204	0.560353	0.59553

REGRESSION DIAGNOSTICS

MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER 15.877883
 (Extreme Multicollinearity)

TEST ON NORMALITY OF ERRORS

TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	1.0893	0.58005

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	3	0.6846	0.87682
Koenker-Bassett test	3	1.6342	0.65165

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

FOR WEIGHT MATRIX : CORRELAÇÃO

(row-standardized weights)

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	-0.0064	0.7568	0.44917
Lagrange Multiplier (lag)	1	3.4795	0.06213
Robust LM (lag)	1	4.7426	0.02942
Lagrange Multiplier (error)	1	0.0006	0.98108
Robust LM (error)	1	1.2637	0.26096
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	4.7431	0.09333

===== END OF REPORT =====

Apêndice 2: Relatório de Regressão Espacial Autoregressiva

|>01/21/25 14:32:24

REGRESSION

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION

Data set : CORRELAÇÃO
 Spatial Weight : CORRELAÇÃO
 Dependent Variable : nº de cas Number of Observations: 10
 Mean dependent var : 39757.4 Number of Variables : 5
 S.D. dependent var : 23967.8 Degrees of Freedom : 5
 Lag coeff. (Rho) : -0.728528

R-squared : 0.963018 Log likelihood : -99.4359
 Sq. Correlation : - Akaike info criterion : 208.872
 Sigma-square : 2.12448e+007 Schwarz criterion : 210.385
 S.E of regression : 4609.21

Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
W_nº de cas	-0.728528	0.131681	-5.53252	0.00000
CONSTANT	6080.4	7605.09	0.799518	0.42399
CMM	-0.183557	0.117715	-1.55934	0.11892
US_TARV	196.278	60.7352	3.2317	0.00123
Populaçã	0.0114333	0.00173805	6.57825	0.00000

REGRESSION DIAGNOSTICS

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	3	1.2309	0.74559

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

SPATIAL LAG DEPENDENCE FOR WEIGHT MATRIX : CORRELAÇÃO

TEST	DF	VALUE	PROB
Likelihood Ratio Test	1	11.9398	0.00055

===== END OF REPORT =====