



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM
MESTRADO ACADÊMICO EM ENFERMAGEM

ANDREY OEIRAS PEDROSO

**EPIDEMIA DO HIV E OS DETERMINANTES SOCIAIS EM
SAÚDE ENTRE JOVENS NO CONTEXTO AMAZÔNICO:**
Análise Geograficamente Ponderada e Projeções Temporais

BELÉM
2022

ANDREY OEIRAS PEDROSO

**EPIDEMIA DO HIV E OS DETERMINANTES SOCIAIS EM SAÚDE
ENTRE JOVENS NO CONTEXTO AMAZÔNICO:
Análise Geograficamente Ponderada e Projeções Temporais**

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Linha de pesquisa: Educação, Formação e Gestão Para a Práxis do Cuidado em Saúde e Enfermagem no Contexto Amazônico.

Orientador: Prof. Dr. Eliã Pinheiro Botelho.
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Laura Maria Vidal Nogueira.

BELÉM
2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

P372e Pedroso, Andrey Oeiras.
Epidemia do HIV e os Determinantes Sociais em Saúde Entre os
Jovens no Contexto Amazônico : Análise Geograficamente
Ponderada e Projeções Temporais / Andrey Oeiras Pedroso. — 2022.
LXXXVI, 86 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Eliã Pinheiro Botelho Coorientação:
Profª. Dra. Laura Maria Vidal Nogueira Dissertação
(Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em
Enfermagem, Belém, 2022.

1. HIV. 2. Jovens. 3. Determinantes Sociais da Saúde. 4.
Análise Espacial. 5. Análise Espaço-Temporal. I. Título.

CDD 610.734

ANDREY OEIRAS PEDROSO

**EPIDEMIA DO HIV E OS DETERMINANTES SOCIAIS EM SAÚDE ENTRE
JOVENS NO CONTEXTO AMAZÔNICO:**
Análise Geograficamente Ponderada e Projeções Temporais

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

DATA DA AVALIAÇÃO: 11 / 07 / 2022

CONCEITO: _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eliã Pinheiro Botelho (Presidente da Banca)
Doutor em Ciências Biológicas – Fisiologia pela UFRJ
Universidade Federal do Pará

Prof.^a Dulce Maria de Oliveira Gomes (Membro Examinador Externo)
Doutora em Matemática pela UE
Universidade de Évora

Prof. Carlos Leonardo Figueiredo Cunha (Membro Examinador Interno)
Doutor em Saúde Coletiva pelo IESC/UFRJ
Universidade Federal do Pará

Prof.^a Glenda Roberta Oliveira Naiff Ferreira (Suplente)
Doutora em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários pela UFPA
Universidade Federal do Pará

Dedico aos meus pais, Moacir Martins Pedroso & Almei da Costa Oeiras.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Orixás, Santos e Entidades de luz por todo o amor recebido nas horas de enfraquecimento ao longo do caminho.

Ao meu orientador, professor doutor Eliã Pinheiro Botelho, por sua confiança, dedicação, interesse, ensinamentos, paciência e humildade.

Aos meus queridos mestres da Escola de Enfermagem “Magalhães Barata” e da Faculdade de Enfermagem – ICS/UFPA, em especial a professora, Laura M^a Vidal Nogueira, pela referência profissional/pessoal, inspiração e incentivo nessa caminhada.

Aos meus pais, Almecei Oeiras e Moacir Pedroso, pelo grande auxílio e força.

A minha irmã economista, Mayara Pedroso, pela sabedoria e competência com banco de dados.

Aos meus amigos, Sara Melissa Lago Sousa, William Silva e Iaron Seabra, pelo conhecimento compartilhado e momentos de descontração.

Ao meu amor, R. Campestrini, pela amizade, parceria e afeto.

A minha amada avó, M^a das Graças, pelo valoroso apoio.

A minha banca de qualificação, as professoras doutoras: Dulce Gomes, Glenda Naiff e Marli Galvão, pelas valiosas contribuições para construção desse trabalho.

A Secretaria de Estado da Saúde do Pará – SESPA, pelos dados cedidos.

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudo.

Andrey Pedroso

*Eu acredito é na rapaziada
Que segue em frente e segura o rojão
Eu ponho fé é na fé da moçada
Que não foge da fera e enfrenta o leão
Eu vou à luta com essa juventude
Que não corre da raia a troco de nada
Eu vou no bloco dessa mocidade
Que não tá na saudade e constrói
A manhã desejada
(Gonzaguinha)*

RESUMO

Introdução: No Brasil, a taxa de detecção de HIV/Aids (/100 mil hab.) demonstrou decréscimo na população geral de 17,2%, de 2009 (21,5) a 2019 (17,8). Entretanto, tal taxa aumentou substancialmente entre a população jovem, que apresentaram a maior taxa de detecção no país, 52,0 (/100 mil hab.) (BRASIL, 2020a). Esse avanço sobre a população jovem se dá em decorrência de obstruções, discriminações, desigualdades, estigmas e iniquidades sociais e da saúde, vulnerabilidades intrínsecas desse estrato populacional que potencializam suas chances de se infectarem pelo HIV. Contudo, o risco da infecção pelo HIV não pode ser condicionado somente ao indivíduo, uma vez que os comportamentos são diretamente influenciados pelos fatores territoriais socioeconômicos que excedem ao indivíduo. Apesar de todo o avanço do HIV entre os jovens, existe uma escassez de estudos voltados para a análise do impacto dos Determinantes Sociais da Saúde (DSS) sobre a epidemia nesse grupo etário. **Objetivo:** Analisar temporal e espacialmente a epidemia do HIV entre jovens no Estado do Pará. **Métodos:** Estudo ecológico que analisou casos de HIV/Aids diagnosticados entre 2007 e 2018 no Pará, Brasil. Foi realizada uma análise exploratória por meio de estatística descritiva. As projeções temporais (2019-2022) utilizaram método misto, ARIMA + STL no *software* RStudio. Para a análise espacial, utilizamos técnicas estatísticas de varredura para obtenção do Risco Relativo (RR), com cálculo do intervalo de confiança de 95%; estatística de autocorrelação de Moran considerando estatisticamente significativo ($p < 0,05$) para construção do LISAMap no *software* ArcGIS. No *software* SPSS, elaboramos modelos a partir de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) e posteriormente por Regressão Geograficamente Ponderada (GWR), com análise espacial dos resíduos, com auxílio dos *softwares* MGWR e ArcGIS. **Resultados:** Dos 8.143 casos analisados, 47,97% eram jovens de 25 a 29 anos, homens (66,46%), pardos (76,95%), residentes em zona urbana (85,20%) e, heterossexuais (54,41%). Foi identificado expansão do HIV entre os jovens no Pará com projeção temporal de incremento para os jovens de 20-24 anos. A variabilidade espacial dos DSS: 'Índice de Desenvolvimento da Educação Básica'; médicos por 10 mil habitantes e taxa de abandono do ensino médio foram associadas ao risco da infecção pelo HIV entre os jovens. O risco relativo mostrou variabilidade espacial. **Conclusões:** Os DSS associados ao risco para o HIV entre jovens no Pará, mostram particularidades sociais do HIV na região do estudo e devem ser considerados na formulação de políticas para o alcance da meta global de eliminação da Aids até 2030 entre jovens. **Palavras-chaves:** HIV. Síndrome da Imunodeficiência Adquirida. Jovens. Análise Espacial. Análise Espaço-Temporal. Determinantes Sociais da Saúde.

ABSTRACT

Introduction: In Brazil, the HIV/AIDS detection rate (/100,000 inhab.) showed a decrease in the general population of 17.2%, from 2009 (21.5) to 2019 (17.8). However, this rate increased substantially among the young population, which had the highest detection rate in the country, 52.0 (/100,000 inhab.) (BRASIL, 2020a). This advance on the young population is due to obstructions, discrimination, inequalities, stigmas and social and health inequities, intrinsic vulnerabilities of this population stratum that enhance their chances of becoming infected with HIV. However, the risk of HIV infection cannot be conditioned only to the individual, since behaviors are directly influenced by socioeconomic territorial factors that exceed the individual. Despite all the advancement of HIV among young people, there is a scarcity of studies aimed at analyzing the impact of Social Determinants of Health (SDH) on the epidemic in this age group. **Objective:** To analyze temporally and spatially the HIV epidemic among young people in the State of Pará. **Methods:** An ecological study that analyzed HIV/AIDS cases diagnosed between 2007 and 2018 in Pará, Brazil. An exploratory analysis was performed using descriptive statistics. The temporal projections (2019-2022) used mixed method, ARIMA + STL in the RStudio software. For the spatial analysis, we used statistical scanning techniques to obtain the Relative Risk (RR), with a confidence interval of 95%; Moran's autocorrelation statistic considering statistically significant ($p < 0.05$) for building the LISAMap in ArcGIS software. In SPSS software, we developed models from Ordinary Least Squares (OLS) and later by Geographically Weighted Regression (GWR), with spatial analysis of residuals, with the help of MGWR and ArcGIS software. **Results:** Of the 8,143 cases analyzed, 47.97% were young people between 25 and 29 years old, men (66.46%), mixed race (76.95%), living in urban areas (85.20%) and heterosexuals (54.41%). An expansion of HIV among young people in Pará was identified, with a temporal projection of increase for young people aged 20-24 years. Spatial variability of DSS: 'Basic Education Development Index'; doctors per 10,000 inhabitants and municipal high school abandonment (MHSA) rate were associated with the risk of HIV infection among young people. The relative risk showed spatial variability. **Conclusions:** The SDH associated with HIV risk among young people in Pará, show social particularities of HIV in the study region and should be considered in the formulation of policies to reach the global goal of eliminating AIDS by 2030 among young people. **Keywords:** HIV. Acquired immunodeficiency syndrome. Young. Spatial Analysis. Space-Time Analysis. Social Determinants of Health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fluxograma 1** - Fluxograma com distribuição temporal dos principais marcos políticos e políticas voltadas para a epidemia de HIV no Brasil e no mundo, 1980-2021 ... 20
- Figura 1** - Mesorregiões Paraenses e os Serviços de Saúde Relacionados ao HIV, Pará, Brasil.
..... 29
- Figura 2** - Série temporal do HIV em jovens paraenses, segundo faixa etária, com ponto de inflexão e projeções 2019-2022. 42
- Figura 3** - Distribuição espacial das taxas de incidência de HIV/AIDS em jovens no Pará para cada faixa etária específica (15-19, 20-24 e 25-29 anos) e quadriênio (2007-2010, 2011- 2014 e 2015-2018). Pará, Brasil, 2007-2018. 44
- Figura 4** - LISAMap das taxas de incidência de HIV/AIDS entre 2015 e 2018 em jovens de 15-19 (Fig. 4A), 20-24 (Fig. 4B) e 25-29 anos (Fig. 4C) no Pará. Belém, PA, Brasil, 2022 45
- Figura 5** - Zonas de risco espacial e espaço-temporal para HIV/AIDS entre jovens no Pará segundo faixa etária. Belém, PA, Brasil, 2022 46
- Figura 6** - Mapeamento da variabilidade espacial das taxas de incidência de HIV/AIDS promovidas pelos determinantes sociais da saúde. Belém, PA, Brasil, 2022 49

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Síntese esquemática das evidências que utilizaram a estatística espaço-temporal em estudos sobre HIV entre jovens. Belém, Pará, Brasil, 2021 24
- Tabela 2** - Variáveis utilizadas na Regressão Geograficamente Ponderada. PA, Brasil, 2022 32
- Tabela 4** - Característica sociodemográficas dos casos de HIV/Aids em jovens de 15-29 anos no Pará, Brasil, 2007-2018. Belém, PA, Brasil, 2022 41
- Tabela 5** - Resultados da análise de resíduos dos modelos temporais para séries temporais das taxas de incidência de HIV/Aids. Belém, PA, Brasil, 2022 43
- Tabela 6** - Resultados do modelo explicativo escolhido nos mínimos quadrados ordinários e nas regressões geograficamente ponderadas. Belém, PA, Brasil, 2022 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
APS	Atenção Primárias à Saúde
ARIMA	Modelo Auto Regressivo de Médias Móveis
ARV	Antirretrovirais
BDENF	Base de Dados de Enfermagem Brasileira
BVS Enfermaria	Biblioteca Virtual em Salud Enfermária
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
Cofen	Conselho Federal de Enfermagem
CTA	Centro de Testagem e Aconselhamento
CSDS	Center for Spatial Data Science
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DSS	Determinantes Sociais da Saúde
ESRI	Environmental Systems Research Institute
EUA	Estados Unidos da America
GWR	Geographically Weighted Regression
HIV	Vírus da Imunodeficiência Adquirida
HSH	Homens que fazem Sexo com Homens
ISTs	Infecções Sexualmente Transmissíveis
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
LISA	Indicador Local de Associação Espacial
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MeSH	Medical Subject Headings (MeSH)
MS	Ministério da Saúde
NE	Nível de Evidências
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Prática Baseada em Evidências
PCAP	Pesquisa de Conhecimentos, Atitudes e Práticas na População Brasileira
PrEP	Profilaxia Pré-Exposição

PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PUBMED	Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos
PVHIV	Pessoas Vivendo com Vírus da Imunodeficiência Adquirida
RI	Revisão Integrativa
RR	Risco Relativo
SAE	Serviço de Assistência Especializada em HIV/Aids
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SESPA	Secretaria de Saúde Pública do Estado do Pará
SIS	Sistema de Informação em Saúde
STL	Seasonal Decomposition of Time Series by Loess
STLF	Seasonal and Trend decomposition using Loess Forecasting
TPP	Territorialização de Políticas Públicas
UDMs	Unidades Dispensadoras de Medicamentos
UF	Unidade Federada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Delimitações do Problema	14
1.2	Justificativa e Relevância	15
2	OBJETIVOS DO ESTUDO	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3	REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1	Histórico das Políticas Públicas Direcionadas Para o HIV e Aids e os Determinantes Sociais da Saúde (DSS) no Brasil	19
3.2	Mapeamento de Estudos Geopidemiológicos do HIV Entre a População Jovem	23
4	MÉTODOS	28
4.1	Desenho do Estudo	28
4.2	Unidade de Análise	28
4.3	Dados do Estudo	30
4.3.1	Fonte e Critérios de Elegibilidade	30
4.3.2	Seleção e Preparação das Variáveis	31
4.4	Métodos Estatísticos	32
4.4.1	Etapa I: Análise Exploratória.....	32
4.4.2	Etapa II: Análise Temporal.....	33
4.4.3	Etapa II: Análise Espacial.....	35
4.4.3.1	Distribuição Espacial e Autocorrelação Espacial	36
4.4.3.2	Análise de varredura.....	37
4.4.3.3	Regressão Geograficamente Ponderada (GWR).....	38
4.5	Considerações Éticas	40
5	RESULTADOS.....	41
6	DISCUSSÃO.....	50
6.1	Análise temporal.....	50
6.2	Análise espacial.....	52
6.3	Limitações do estudo	54
6.4	Contribuições para a Enfermagem.....	54

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
7.1	Sugestões	55
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	64
	APÊNDICE A: Article – Temporal and Spatial Analysis Techniques as Potential Tools on Combating HIV Epidemic among Young Brazilian Amazon People: An Ecological Study	1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Delimitações do Problema

Globalmente, estima-se que o número de novas infecções por HIV tenha sido de 1,7 milhões em 2019, com um decréscimo de 23% no número de novos casos desde de 2010 (2,1 milhões). Porém, embora haja esse declínio global, houve expressivo aumento na Europa Oriental e Ásia Central (+72%); no Oriente Médio e Norte da África (+22%) e; na América Latina (+21%), o que indica disparidades no sucesso das políticas de combate ao vírus (UNAIDS, 2020).

Em 2019, houve cerca de 4.500 novas infecções diárias por HIV, 4.100 entre os adultos (maiores de 15 anos), das quais: 62% estão entre as populações-chave¹ e seus parceiros sexuais; 31% estão entre os jovens de 15 a 24 anos, sendo que 19% desta parcela é composta de mulheres jovens (15–24) (UNAIDS, 2020).

No Brasil, a taxa de detecção de HIV/Aids (/100 mil hab.) demonstrou decréscimo na população geral de 17,2% no período de 2009 (21,5) a 2019 (17,8). Entretanto, houve aumento substancial na população jovem no mesmo período, especialmente, nas faixas etárias de 15 a 19 anos (+64,9%) e de 20 a 24 anos de idade (+74,8%) (BRASIL, 2020a).

Além disso, em 2019, destacou-se um aumento desproporcional entre a população jovem do sexo masculino de 25 a 29 anos, que apresentaram a maior taxa de detecção por faixa etária no país, 52,0 (/100 mil hab.) (BRASIL, 2020a). De acordo com a lei brasileira, se considera jovem todo indivíduo entre 15 e 29 anos de idade (BRASIL, 2013).

Esse avanço sobre a população jovem se dá em decorrência de obstruções, discriminações, desigualdades e estigmas – ou seja, iniquidades em saúde, vulnerabilidades intrínsecas com influência marcante sobre a saúde desse estrato populacional que potencializam as chances de se infectarem pelo HIV (OMS, 2018). Esses fatores podem ser amplificados para tal grupo, pois vivem em um contexto de dependência – especialmente, a financeira e legal –, com efeitos ainda pouco compreendidos (MACQUEEN, 2017; FONTES *et al.*, 2017; UNAIDS, 2020).

¹ São segmentos populacionais que apresentam prevalências desproporcionais quando comparadas à população em geral. Possuem vulnerabilidades aumentadas por interferência de fatores estruturantes da sociedade e comportamentais, como p. ex.: gays e outros HSH; pessoas trans; trabalhadoras do sexo; pessoas privadas de liberdade e usuários de drogas.

Contudo, há outros indicadores relacionados a população jovem que estão associados ao risco da infecção pelo HIV, como: o início mais precoce da vida sexual, o uso inconstante de preservativos masculinos; de álcool e outras drogas liberadoras de comportamento – como p.ex.: o álcool; a múltipla parceria sexual, facilitada pelo uso de aplicativos de rede geossociais (SAFFIER, KAWA & HARLING, 2017; WANG *et al.*, 2018; MULEIA *et al.*, 2020).

No Brasil, foi realizado um levantamento que revelou baixo conhecimento e comportamentos de risco dos jovens para o HIV. Entre os jovens: 24% declararam acreditar na transmissão do HIV pela saliva, 40% responderam não ser necessário o uso do preservativo em relacionamentos estáveis, 36,1% afirmaram não ter utilizado preservativo na última relação sexual, e 9,4% buscaram serviços de saúde nos últimos 12 meses para obter informações ou tratamento para Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST's) (FONTES *et al.*, 2017).

Esses mecanismos através dos quais as condições sociais afetam a saúde são nomeados de Determinantes Sociais da Saúde (DSS) (KRIEGER, 2001), podem ser definidos também, como “fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população de determinado território” (BRASIL, 2006).

Onde, deve-se entender território como um espaço social construído e delimitado, no qual há encontros de trajetórias humanas e não humanas (SANTOS, 2005). Por sua vez, esse território enquanto usado, deve ser considerado como uma porção do espaço geográfico sob a jurisdição de um governo, sendo sua formação fruto de um processo histórico das ações humanas nesse espaço físico (CATAIA, 2011; MANDA; HAUSHONA, BERGQUIST, 2020).

1.2 Justificativa e Relevância

Devido a esses fatores econômicos, políticos e sociais inter-relacionados, as políticas públicas direcionadas ao HIV e a Aids consideram os jovens como população prioritária, entendida como segmento populacional que possui vulnerabilidades aumentadas devido as condições em que vivem e contextos histórico-sociais (BRASIL, 2018).

Assim o risco da infecção pelo HIV não pode ser condicionado somente ao indivíduo, uma vez que os DSS diretamente influenciados pelos fatores territoriais excedem ao indivíduo (MULEIA *et al.*, 2020), faz-se necessário para o estudo da epidemia do HIV o uso de ferramentas que possibilitam analisar a relação desses fatores com a epidemia considerando as diferenças entre os territórios envolvidos.

Entretanto, apesar de todo o avanço do HIV entre os jovens, existe uma escassez de estudos voltados para a análise da epidemia nesse grupo etário. Mapeamento sistemático da literatura identificou somente seis estudos que empregaram técnicas de análise puramente espacial e/ou espaço-temporal (TAQUETTE *et al.*, 2011; CHIMOYI, MUSENGE, 2014; ZHANG *et al.*, 2016; KHALIFA *et al.*, 2019; NAKAZWE *et al.*, 2019; MULEIA *et al.*, 2020), cujo detalhamento será expresso no tópico 3.2.

Adicionalmente, nos estudos encontrados não houve a aplicação da Regressão Geograficamente Ponderada (GWR, do inglês *Geographically Weighted Regression*) para avaliação da influência dos DSS na epidemia e nenhuma técnica de análise temporal que mensurasse o impacto das políticas públicas direcionadas para o HIV entre os jovens (TAQUETTE *et al.*, 2011; CHIMOYI, MUSENGE, 2014; ZHANG *et al.*, 2016; MULEIA *et al.*, 2020).

Posto isso, surgiu o interesse de investigar o impacto dos fatores socioeconômicos e das políticas públicas contra o HIV na dinâmica espaço-temporal da epidemia entre os jovens. Para tanto, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa:

- A. “Qual a relação entre os casos de HIV em jovens no Estado do Pará, no período de 2007 a 2018, e o espaço geográfico, levando em consideração os Determinantes Sociais da Saúde?”
- B. Qual o impacto das políticas públicas direcionadas ao HIV sobre a epidemia entre os jovens no Estado do Pará e, qual a projeção para a série histórica de 2007-2018?”

Optou-se pelo período de 2007 a 2018, visando uma ampla avaliação de possíveis mudanças de padrão da epidemia do HIV e Aids entre a população jovem após a implementação de políticas públicas de saúde direcionadas ao HIV e Aids, como por exemplo: no Brasil, os casos de Aids são eventos de notificação compulsória desde 1986; a infecção pelo HIV em gestantes, desde 2000; e a infecção pelo HIV, desde 2014 (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b).

Também houve em 2014 a implementação da política de tratamento para todos, e em 2016 o Brasil adotou uma meta ambiciosa para 2020 proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU) no ano anterior, a Meta 90-90-90, onde: 90% de todas as pessoas vivendo com HIV saberão que têm o vírus, dessas; 90% de todas as pessoas com infecção pelo HIV diagnosticadas receberão Terapia Antirretroviral (TARV) ininterruptamente, dessas; 90% de todas as pessoas recebendo TARV terão supressão viral visando I=I, ou seja, indetectável é igual a intransmissível (UNAIDS, 2015 UNAIDS, 2021).

Além disso, entre os anos de 2011 e 2012, o Ministério da Saúde (MS) brasileiro ampliou o acesso à testagem e o aumento do diagnóstico de HIV através da introdução de novas tecnologias diagnósticas e descentralização da testagem utilizando a Atenção Primária à Saúde (APS) (MELO; MAKSUD; AGOSTINI, 2018).

Nesse cenário, também houve anuência do Conselho Federal de Enfermagem (Cofen) ao profissional enfermeiro para realização de testes rápidos para diagnósticos de HIV, solicitação de exames de CV e CD4 no âmbito APS (COFEN, 2013; COFEN, 2016).

Dessa maneira será possível reconhecer o território, bem como, ordenar possíveis mudanças do processo de políticas públicas, em apoio a Territorialização das Políticas Públicas (TPP) – que se caracteriza “pela valorização das características e recursos de cada território, na direção de ressignificar os territórios de intervenção pública” (DIAS; SEIXAS, 2020).

A TPP associa-se à de “transversalização de políticas públicas” e a “universalidade da saúde” (DIAS; SEIXAS, 2020), essencial para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) adotados pelas Nações Unidas em 2015 como uma chamada universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2021).

2 OBJETIVOS DO ESTUDO

2.1 Objetivo Geral

Analisar a correlação entre a taxa de incidência de HIV/AIDS em jovens e o espaço geográfico, considerando os Determinantes Sociais da Saúde, além de, estimar projeções temporais a partir da série histórica de 2007-2018.

2.2 Objetivos Específicos

- A) Descrever o perfil socioepidemiológico dos casos confirmados de HIV e Aids em jovens no Pará, 2007-2018;
- B) Estimar pontos de inflexão e projeções para a série temporal da incidência de HIV/Aids em jovens, 2007-2018;
- C) Analisar a distribuição geográfica da taxa de incidência de HIV/Aids em jovens, e sua autocorrelação espacial global e localmente;
- D) Identificar agrupamentos espaciais e espaço-temporais com alto risco relativo para a infecção pelo HIV em jovens;
- E) Investigar a relação geográfica entre a taxa de incidência de HIV/Aids em jovens e os Determinantes Sociais da Saúde.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Histórico das Políticas Públicas Direcionadas Para o HIV e Aids e os Determinantes Sociais da Saúde (DSS) no Brasil

Desde 1987 o MS incentivou a criação e estruturação de Centros de Orientação e Apoio Sorológico (COAS) que visava oferecer testagem para à população brasileira em todo o território nacional. Sendo em 1989 rebatizados para Centros de Testagem e Aconselhamento (CTA), onde além da testagem foi acrescentou o aconselhamento, ou seja, ações voltadas à redução do risco e promoção de práticas mais seguras. O que veio a se tornar uma referência e causar grande impacto na prevenção do HIV (BRASIL, 2017a).

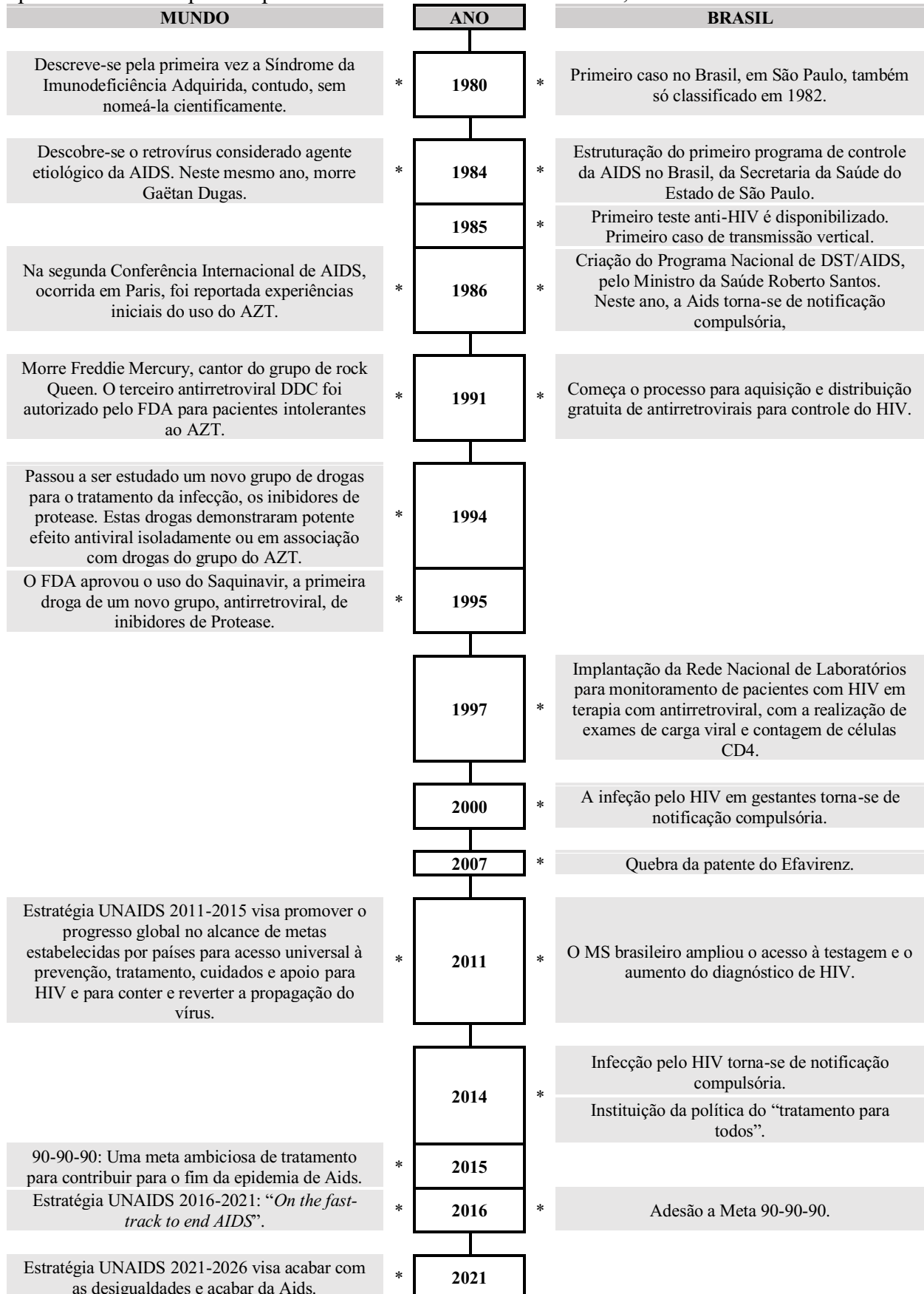
Em 1994, no contexto do Projeto BRA001/94, foram implantados os Serviços de Assistência Especializada em HIV e Aids (SAE-HIV/Aids), com o objetivo de ofertar mais resolutividade diagnóstico-terapêutica em nível ambulatorial, oferecido com qualidade e por equipes multidisciplinar aos usuários e seus familiares. Inicialmente, foram atendidos e implantados 33 projetos de SAE em todo o país (BORGES *et al.*, 2010). Atualmente existem 683 serviços distribuídos de forma desigual no território².

Destaca-se, também, que desde 1996 os medicamentos antirretrovirais (ARV) são distribuídos gratuitamente pelo SUS e, em 2014, o MS ampliou o acesso a terapia antirretroviral (TARV) assegurando às PVHIV seu direito de escolha para iniciar o tratamento, independentemente da taxa de CD4, através da instituição da política do “Tratamento Para Todos”. No ano seguinte houve a ampliação do tratamento 3 em 1 para todos os pacientes do sistema de saúde brasileiro, outro grande avanço no acesso e, especialmente, na adesão do tratamento (BRASIL, 2014; BRASIL, 2015).

Nesse contexto, em 2012, iniciou-se o processo de descentralização da atenção em HIV e Aids para atenção básica, um esforço para ampliar a oferta entre as populações-chave e prioritárias para o HIV no país. A proposta visava oferecer teste rápido e aconselhamento nas UBS com e sem ESF; solicitação de exames de CD4 e CV pela UBS; acompanhamento e encaminhamento das PVHA (BRASIL, 2012).

² Dados abertos disponíveis no endereço eletrônico do Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis do MS brasileiro, disponível em: aids.gov.br/.

Fluxograma 1 - Fluxograma com distribuição temporal dos principais marcos políticos e políticas voltadas para a epidemia de HIV no Brasil e no mundo, 1980-2021



Elaboração: PEDROSO, 2021.

No ano seguinte, para seguir as diretrizes do MS, o Cofen – parecer normativo nº001 de 2013, aprovou a competência do profissional enfermeiro para realização de testes rápidos para diagnósticos de HIV e outros agravos (COFEN, 2013; COFEN, 2016).

Entretanto, além das políticas universais supracitadas, o MS lançou políticas focadas para populações-chaves e populações prioritárias, como a população jovem. Uma delas foi o inovador Projeto “Saúde e Prevenção nas Escolas” (SPE) que visa realizar ações de promoção da saúde sexual e da saúde reprodutiva de adolescentes e jovens e, espera-se contribuir para a redução da infecção pelo HIV/DST e dos índices de evasão escolar causada pela gravidez na adolescência (ou juvenil), esse projeto faz parte do Programa Saúde na Escola (PSE) e foi iniciado em 2003 (BRASIL, 2006a).

Destaca-se, também, a estratégia “Viva Melhor Sabendo” (VMS) em parceria com organizações da sociedade civil (ONG), lançada em novembro de 2013 visava a testagem rápida do HIV por amostra de fluido oral tendo como foco a metodologia de educação entre pares (BRASIL, 2017b).

Outra estratégia disponibilizada no SUS para os públicos mais afetados pelo HIV no Brasil foi a Profilaxia Pré-Exposição (PrEP, do inglês *Pre-Exposure Prophylaxis*), instituída pelo Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Profilaxia Pré-Exposição (PrEP) de risco à infecção pelo HIV em 2018. A PrEP consiste no uso de ARV orais para reduzir o risco de adquirir a infecção pelo HIV (BRASIL, 2018a).

Assim, o Brasil se destacou-se como uma referência mundial pela sua resposta a epidemia do HIV e Aids. Todavia, apesar de tais políticas terem demonstrado efeitos positivos na maior parte do território nacional, como o decréscimo e/ou estabilização do número de infecções, há regiões que não apresentam o mesmo efeito, como a região amazônica que continua a apresentar acréscimo no número de novas infecções entre populações-chave, e pode se acentuar ainda mais quando se observam outros recortes, tais como o etário, uma vez que novos casos de infecções do HIV no país se concentram na população jovem (15-24 anos), que não vivenciou o início da epidemia de HIV/Aids (BRASIL, 2018b; BRASIL, 2020a). Desse modo, a epidemia brasileira é descrita como tendo caráter concentrado³.

Diante de tal cenário e considerando que a saúde das populações depende de seus determinantes sociais, compreensão partilhada internacionalmente desde as conferências de

³ Segundo a OMS, uma epidemia tem caráter concentrado quando os casos de infecção contabilizam menos de 1% na população geral, ao passo que atingem ao menos 5% em grupos populacionais específicos. Ainda de acordo com a OMS, quando os casos ultrapassam a marca de 1% na sociedade como um todo, a epidemia passa a ser considerada generalizada.

Alma-Ata (1978) e de Ottawa (1986). O MS brasileiro lança em 2018 a “Agenda estratégica para ampliação do acesso e cuidado integral das populações-chaves em HIV, hepatites virais e outras infecções sexualmente transmissíveis”, na qual também se incluem transversalmente as denominadas populações prioritárias (BRASIL, 2018b).

Em março de 2005, a OMS criou a Comissão sobre Determinantes Sociais da Saúde (CSDH, do inglês *Commission on Social Determinants of Health*) com o objetivo de chamar a atenção dos governos e da sociedade para os DSS, evidenciando que fatores sociais levam a problemas de saúde e iniquidades na saúde, bem como, na importância da criação de melhores condições sociais para a saúde. A comissão entregou seu relatório à OMS em julho de 2008 e posteriormente encerrou suas funções (OMS, 2008).

No Brasil, o Decreto Presidencial de 13 de março de 2006 – revogado pelo Decreto Nº 10.087, de 5 de novembro de 2019, instituiu no âmbito do MS, a Comissão sobre Determinantes Sociais da Saúde (CNDSS), que adotou um conceito mais abrangente, considerando DSS como “fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população” (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2019).

Tal definição atende o Art. 196 da Constituição Federal Brasileira, o qual reconhece a saúde como “direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (BRASIL, 1988).

Nesse cenário, com enfoque especial à Estratégia da UNAIDS 2021-2026 para direcionar cada país e cada comunidade para o caminho certo para acabar com a AIDS como uma ameaça à saúde pública até 2030 visando a eliminação das desigualdades que impedem o progresso para acabar com Aids (ONU, 2021). As três prioridades estratégicas são:

Essa possui três prioridades estratégicas: i) maximizar o acesso equitativo e igualitário a serviços abrangentes de HIV centrados nas pessoas; ii) quebrar as barreiras jurídicas e sociais para alcançar o sucesso sobre resultados em relação ao HIV; iii) dispor de recursos e sustentar plenamente as respostas ao HIV e integrá-las aos sistemas de saúde, proteção social e cenários humanitários (ONU, 2021).

3.2 Mapeamento de Estudos Geoepidemiológicos do HIV Entre a População Jovem

Esse tópico visa identificar os tipos de evidências disponíveis a partir de análises espaço-temporais do HIV/Aids na população prioritária dos jovens, bem como, mapear as lacunas do conhecimento e evidências disponíveis. Para tanto, baseou-se no método da *scoping review* segundo o protocolo do *Joanna Briggs Institute* (JBI).

Para definição dos critérios de elegibilidade empregou-se do mnemônico CoCoPop (MUNN *et al.*, 2017), a saber: Co'ndução – estudos ecológicos com análise espacial e/ou temporal; Co'ntexto – pessoas vivendo com HIV/Aids; Pop'ulação – exclusivamente a população prioritária dos jovens. Foi considerado como critério de exclusão, estudos de revisão. Não foi estabelecido recorte temporal.

O levantamento bibliográfico ocorreu no mês de junho de 2021, por meio de acesso a plataformas do Portal PubMed. Para busca na base de dados foi feita consulta ao *Medical Subject Headings* (MeSH), a estratégia de busca avançada utilizou operadores booleanos (delimitadores), a saber: 'OR' para obter combinações aditivas e 'AND' para combinações restritivas (MIYAMURA *et al.*, 2019), resultando na seguinte estratégia: “(((hiv) OR (acquired immunodeficiency syndrome)) AND ((spatial analysis) OR (spatio-temporal analysis) OR (forecasting)) AND ((adolescent) OR (young adult)))”.

Foram identificados 3.856 registros, sendo que o processo de seleção e identificação detectou 25 (vinte e cinco) relatos através da leitura de título e resumo, entre os quais uma duplicata excluída logo após sua identificação. Na fase posterior ocorreu a leitura dos textos completos ocasião em que foram excluídas 18 referências, sendo: 11 que apresentaram desenho do estudo inadequado, a saber, não se tratava de estudos ecológicos; 6 tinham delimitação inadequada da população, ou seja, não estudaram especificamente a população prioritária dos jovens.

Desse modo, foram eleitos 6 (seis) relatos, concentrados em três continentes: 50,0% (n=3) na África; 33,3% (n=2) nas Américas e 16,6% (n=1) na Ásia. Quanto a abrangência dos estudos, os resultados estão voltados para realidades locais, portanto, com possibilidades impacto local, conforme Tabela 2.1.

Tabela 1 - Síntese esquemática das evidências que utilizaram a estatística espaço-temporal em estudos sobre HIV entre jovens. Belém, Pará, Brasil, 2021

Nº.	AUTOR(ES)	ANO	PAÍS	OBJETIVO	AMOSTRA	MÉTODOS	SOFTWARE	RESULTADOS	CONTRIBUIÇÕES
ANÁLISE ESPACIAL									
1	MULEIA <i>et al.</i>	2020	Moçambique	Investigar a distribuição espacial da infecção pelo HIV entre adolescentes e jovens.	Jovens com HIV/Aids (15-24 anos)	A modelagem geoaditiva generalizada, combinando krigagem e modelagem aditiva, foi usada para estudar a variabilidade geográfica do risco de HIV. O efeito espacial não linear foi avaliado por meio de <i>splines</i> de base radial.	R v. 3.6.1	Observou-se a presença de padrões espaciais de infecção pelo HIV. Os resultados mostraram uma carga maior de HIV/Aids nas regiões centro e norte do país. Vários fatores sociodemográficos, biológicos e comportamentais foram encontrados para estar significativamente associados à infecção pelo HIV entre os jovens.	As descobertas podem ajudar as autoridades de saúde e formuladores de políticas do país a projetar intervenções direcionadas para responder à epidemia de HIV na população jovem.
2	CHIMOYI, MUSENGE.	2014	Uganda	Identificar grupos espaciais e examinar a variação geográfica da infecção por HIV, considerando os fatores de risco associados ao HIV/Aids.	7.518 Jovens com HIV/Aids (15-24 anos)	Usou-se varredura espacial foi usada para identificar grupos geográficos e justificar o uso de regressão logística binomial espacial, bayesiana.	STATA v. 12; BayesX; SaTScan™ v. 9.0; Quantum GIS.	IST's foram mais do que o dobro da probabilidade de estarem associados à infecção por HIV. A análise espacial revelou fatores comportamentais associados a maiores chances de infecção pelo HIV.	As intervenções de mudança de comportamento devem, portanto, ser pertinentes à prevenção do HIV. A análise espacial revelou ainda um aglomerado significativo de HIV nas áreas central e oriental de Uganda.

(CONTINUA...)

Tabela 2.1 – PARTE FINAL.

Nº.	AUTOR(ES)	ANO	PAÍS	OBJETIVO	AMOSTRA	MÉTODOS	SOFTWARE	RESULTADOS	CONTRIBUIÇÕES
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL									
3	ZHANG <i>et al.</i>	2016	China	Descrever as distribuições epidemiológicas e espaciais da infecção pelo HIV entre os jovens entre 2005 e 2012 na China.	56.621 Jovens com HIV/Aids (15-24 anos)	Autocorrelação Global de Moran (I) e estatística G local; bem como, varredura espaço-temporal.	ArcGIS v. 10.2 e; SaTScan™ v. 9.3	O contato sexual tornou-se a via de transmissão predominante. A análise espacial mostrou variações geográficas marcantes na infecção pelo HIV. O número de novos <i>hotspots</i> aumentou com o tempo.	Intervenções comportamentais abrangentes e específicas para alvos são urgentemente necessárias para conter a epidemia de HIV entre os jovens.
4	TAQUETTE <i>et al.</i>	2011	Brasil	Analisar a epidemia de AIDS em adolescentes no município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1984-2009.	656 Adolescentes com HIV/Aids (13-19 anos)	Estudo da incidência e das variáveis, bem como, distribuição espacial dos casos acumulados.	Epi Info v. 3.5.1; ArcGIS v. 9.3.1	Observou-se grande aumento da incidência na Área de Planejamento mais pobre da cidade e redução acentuada na mais rica. Também uma tendência linear decrescente entre o ano de diagnóstico e IDH.	O estudo aponta a necessidade de investimento em serviços de saúde sexual e reprodutiva nas áreas mais pobres da cidade e ações de promoção de saúde direcionadas aos rapazes HSH e às adolescentes.
ANÁLISE TEMPORAL									
5	KHALIFA <i>et al.</i>	2019	EUA	Descrever as tendências globais e regionais de 2010-2050 na epidemia de HIV entre adolescentes e jovens.	Adolescentes e jovens (15-24 anos)	Projetar o número de PVHIV e novas infecções por HIV por sexo e faixa etária de cinco anos até 2050.	~Não informado	Embora se projete que o número de adolescentes e jovens aumente em 10% de 2010 a 2050, estima-se que o número de pessoas que vivem com HIV diminua em 61%.	Se as tendências atuais continuarem, o número de novas infecções por HIV não deverá diminuir rápido o suficiente para acabar com a AIDS como uma ameaça à saúde nesta faixa etária.
6	NAKAZWE <i>et al.</i>	2019	Zâmbia	Examinar diferenças geográficas e de subpopulação nas tendências de prevalência de HIV entre jovens.	Jovens (15-24 anos).	Utilizou-se análise de regressão log binomial de modelos lineares generalizados para testar as tendências.	STATA v. 14.2	Houve um aumento na prevalência de HIV entre homens jovens urbanos durante 2001-2013, de 3,7% em 2001 para 7,3% em 2013 e, nas áreas rurais, de 2,6 a 3,6%.	As descobertas de que o declínio geral da prevalência nacional do HIV na Zâmbia mascara algumas diferenças marcantes e indicam a necessidade de reconsiderar os esforços de prevenção para homens jovens urbanos.

Fonte: TAQUETTE *et al.*, 2011; CHIMOYI, MUSENGE, 2014; ZHANG *et al.*, 2016; KHALIFA *et al.*, 2019; NAKAZWE *et al.*, 2019; MULEIA *et al.*, 2020.

As dimensões de análise foram proporcionalmente abordadas, a saber: análise espacial; análise espaço-temporal e análise temporal.

Análise puramente espacial (n=2)

Nas análises espaciais, observou-se variedade nos *software*/ferramentas utilizadas. Entre as técnicas, Chimoyi e Musenge (2014) aplicaram a varredura puramente espacial proposta por Kulldorff em 1997, além de regressão logística binomial espacial bayesiana de Markov Chain Monte Carlo (MCMC). No mesmo parâmetro, Muleia *et al.* (2020) adotou uma modelagem geoaditiva generalizada, combinando *krigagem* e modelagem aditiva para estudar a variabilidade geográfica do risco de HIV.

Ambas técnicas com aplicabilidade diferentes, demonstraram resultados semelhantes, como: identificação de grupos e locais com maior incidência de HIV/Aids na população jovem. Contudo, a modelagem geoaditiva generalizada permitiu a descrição espacial de fatores sociodemográficos e comportamentais (CHIMOYI; MUSENGE, 2014; MULEIA *et al.*, 2020).

Observou-se nos estudos ser essencial a caracterização epidemiológica dos dados, ou seja, a estatística descritiva das variáveis com testes de significância. Desse modo, o estudo de Muleia *et al.* (2020), ao utilizar a análise espacial em conjunto com uma clara descrição sociodemográfica alcançou com maior exatidão seus objetivos (CHIMOYI; MUSENGE, 2014; MULEIA *et al.*, 2020).

Análise espaço-temporal (n=2)

Para análise espaço-temporal, o estudo de Taquette *et al.* (2011) optou por descrever a incidência dos casos de HIV/Aids entre os adolescentes/jovens, o resultado mostra o mapa dos casos acumulados por período e a distribuição da incidência. Contudo, há pouca utilização de métodos estatísticos e o estudo deixa escuso os métodos utilizados para cálculo da incidência. Entretanto, por tratar-se de uma série temporal longa (1984-2009) seria adequado a abordagem por períodos predefinidos, pois a serie acumulada não é fidedigna para análise de tendencia e/ou, p. ex., a identificação dos efeitos de políticas públicas.

Zhang *et al.* (2016), adotou metodologia mais ampla e utilizou a autocorrelação global de Moran (I) para identificação da existência de correlação espacial, nos locais de correlação positiva, ou seja, I maior de 1, ele ampliou a busca com a estatística G local, filtrando os pontos com correlação local positiva. Também, aplicou a varredura espaço-temporal para identificação de *clusters* com elevado número de casos. O autor utilizou a estratégia de estratificação da série temporal em triênios para mitigar a possibilidade de suavização de picos na série.

Também houve variabilidade de *software* para esse parâmetro, contudo ambos os autores utilizaram o ArcGIS da ESRI, EUA para elaboração dos mapas.

Análise temporal (n=2)

Para a análise temporal, foram utilizadas taxa de incidência e taxa de prevalência (KHALIFA *et al.*, 2019; NAKAZWE *et al.*, 2019), e o *software* STATA foi o mais utilizado nos modelos de regressão linear – que não são adequados para os dados utilizados, aplicados de acordo com as características da série de dados. Identificou-se que o uso dessa técnica de análise é importante para descrição e previsões futuras. Contudo, os autores preocuparam-se apenas com o futuro nos estudos em questão, seria interessante uma abordagem mais ampla para em resultados com os encontrados para os autores, indicarem tomadas de decisões e/ou políticas públicas passadas que tiveram inferência positiva, ou seja, redução na tendência da série abordada.

4 MÉTODOS

4.1 Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo epidemiológico do tipo ecológico analítico, no qual se empregou dados secundários de casos de HIV/Aids (CID 10: B24) notificados ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) entre os anos de 2007 e 2018. Estudos ecológicos possuem múltiplas abordagens espaciais e temporais para compreensão da etiologia das doenças na sociedade, uma vez que, possuem como unidade de análise grupos ou a população geral (ROTHMAN; GREENLAND; LASH, 2011).

Esse estudo tem como população de interesse os jovens diagnosticados com HIV/Aids no Pará. No entanto, para controle do confundimento e melhor comparação com dados divulgados pelo Boletim Epidemiológico do HIV/AIDS pelo Ministério da Saúde do Brasil, tal população foi dividida em estratos/faixas etárias segundo aplicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo essas: 15-19 anos; 20-24 anos, e; 25-29 anos (ROTHMAN; GREENLAND; LASH, 2011).

4.2 Unidade de Análise

A área de estudo correspondeu ao território do estado do Pará, unidade federativa localizada ao norte do Brasil nas coordenadas 1.9981° S, 54.9306° W. Pará, topônimo que na língua tupi-guarani significa rio-mar, é o segundo maior estado brasileiro e têm extensão territorial de 1.247.689,515 km². O Estado faz parte da Amazônia Legal brasileira.

O Pará é administrativamente formado por 144 (cento e quarenta e quatro) municípios com população projetada de 8.602.865 (oito milhões, seiscentos e dois mil, oitocentos e sessenta e cinco) habitantes, o mais populoso da região norte e o nono do país. Apenas a Região Metropolitana de Belém (RMB), capital, reúne cerca de 2,1 milhões de habitantes, sendo a maior população metropolitana da região norte. Esse, também, possui 20,3% de sua população com idade de 15-24 anos, o que representa a terceira população mais jovem entre os estados brasileiros (GOVERNO DO PARÁ, 2016; IBGE, 2020).

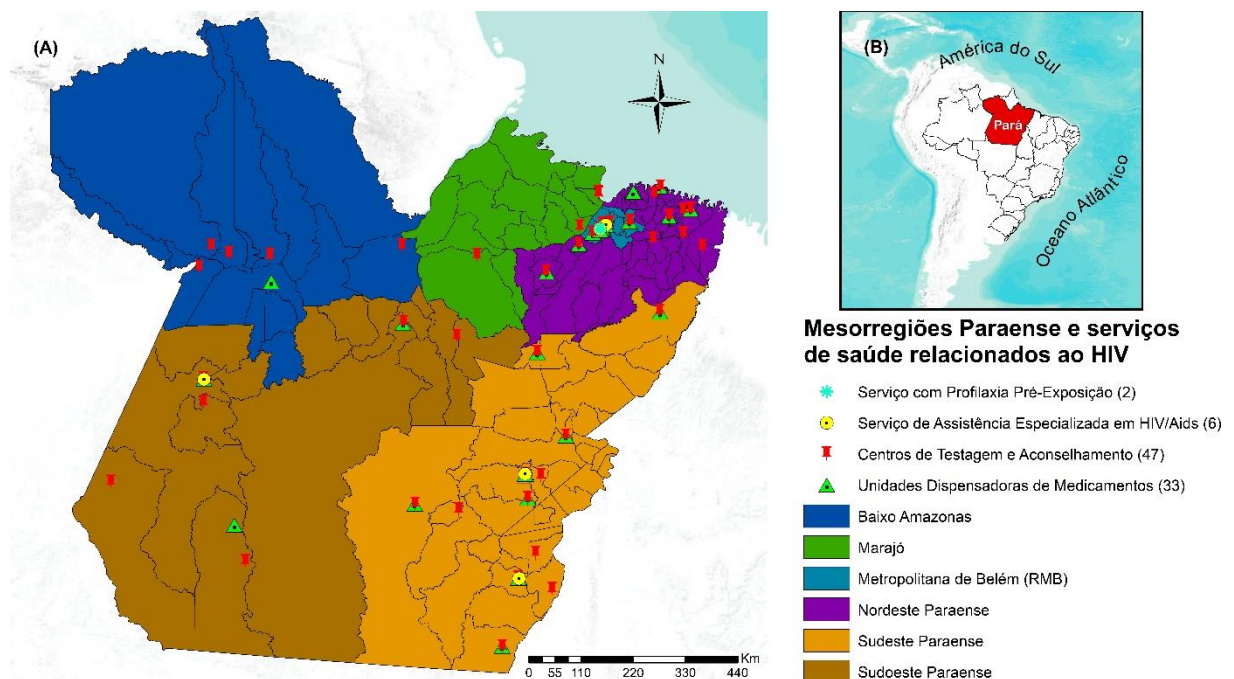
O território paraense possui logística única do mundo, onde há municípios de difícil acesso que além de distantes, o deslocamento exige meio de transporte tanto fluvial quanto terrestre. Entre os municípios, a maioria possui baixos indicadores sociais, como: baixo número

de emprego formal; rendimento mensal domiciliar per capita de R\$ 883 (oitocentos e oitenta e três – o 23º pior índice entre os estados do Brasil); taxas significativas de trabalho infantil; pobreza; analfabetismo e o 24º pior Índice de Desenvolvimento Humano do país (0,646 – censo de 2010) (GOVERNO DO PARÁ, 2016; GOVERNO DO PARÁ, 2020).

O Estado paraense é marcado pelo processo de desenvolvimento rápido e desordenado alavancado por setores da agropecuária, agricultura, mineral e energético (construção de hidroelétricas). Isso acarreta na má distribuição de bens e riquezas no território (GOVERNO DO PARÁ, 2016; GOVERNO DO PARÁ, 2020).

Tais características, a logística ímpar e as dimensões territoriais somadas ao fator amazônico refletem nos DSS. Apenas 64,5%⁴ da população paraense possui acesso a Atenção Básica de Saúde, serviços majoritariamente concentrados nas regiões urbanas do estado, especialmente, a RMB.

Figura 1 - Mesorregiões Paraenses e os Serviços de Saúde Relacionados ao HIV, Pará, Brasil.



Fonte: IBGE, 2020; PEDROSO, 2022.

Legenda: (A) Localização das mesorregiões paraense e dos serviços de saúde referentes ao HIV no Estado. (B) Mapa de localização do Pará.

⁴ Dados abertos coletados em busca simples, no endereço eletrônico, e-Gestor Atenção Básica [egestorab.saude.gov.br], realizado em 15 de março de 2021.

No que concerne ao HIV, em toda a extensão territorial do Estado há: 33 Unidades Dispensadoras de Medicamentos (UDM)⁵ Antirretrovirais (ARV), localizadas em 28 dos 144 municípios; 6 unidades que prestam Serviço de Assistência Especializada em HIV/Aids (SAE), distribuídas em 6 municípios (3 estão na RMB); 47 Centros de Testagem e Aconselhamento (CTA), 6 na capital; além disso, a Profilaxia Pré-Exposição (PrEP) só está disponível em dois serviços de saúde da capital⁶.

Nesse contexto, o Pará foi o segundo Estado brasileiro com maior aumento percentual da taxa de detecção de Aids por 100 mil habitantes, em comparação aos anos de diagnóstico: 2009 e 2019, com incremento de +46,5%, atrás apenas do Acre (+61,0%), também na região norte (BRASIL, 2020a).

4.3 Dados do Estudo

4.3.1 Fonte e Critérios de Elegibilidade

Esse estudo utilizou a base de dados do SINAN, alimentado pela notificação e investigação de casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória conforme dispõe a Portaria N° 264, de 17 de fevereiro de 2020, que estabelece a periodicidade semanal para notificação de infecção pelo HIV e casos de Aids (BRASIL, 2020b).

A obtenção do banco de dados do SINAN é concernente às notificações de “HIV/AIDS - Infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana ou Síndrome da Imunodeficiência Adquirida”, e se deu mediante a solicitação dos dados de HIV/Aids no período de 2007-2018 para à Secretaria de Saúde Pública do Estado do Pará (SESPA), através de envio de ofício acompanhado do Termo de Responsabilidade, parecer do comitê de ética e documentos de identificação dos pesquisadores.

A população total de cada município foi obtida através das estimativas do IBGE entre os anos de 2011-2018 e 2007-2010 do último censo demográfico brasileiro.

O estudo teve como população-alvo, jovens paraenses com faixa etária de 15-29 anos. Os dados foram duplamente checados e excluídos do estudo as notificações que não apresentarem data de nascimento, sexo e município de residência, além das duplas notificações.

⁵ Dados abertos do Sistema de Controle Logístico de Medicamentos (SICLOM), disponível em: azt.aids.gov.br.

⁶ Dados abertos disponíveis no endereço eletrônico do Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis do MS brasileiro, disponível em: aids.gov.br/indicadores.

NOTA: As busca foram realizadas em Março de 2021. Sobre os serviços no Pará com oferta de Profilaxia Pós-Exposição (PEP) não obteve resultados.

4.3.2 Seleção e Preparação das Variáveis

Inicialmente, o banco de dados foi processado no *software* editor de planilhas, Microsoft Excel, versão 16.0 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Esse foi utilizado para seleção do público alvo e extração das variáveis do banco de interesse para o estudo, um total de 9 (nove), a saber: data do diagnóstico; idade; sexo; raça/cor; escolaridade; município de residência; zona; provável categoria de exposição (variável interno do sistema).

Posteriormente, ocorreu o cálculo das variáveis: taxa de incidência de HIV/Aids por 100 mil habitantes, segundo faixa etária: 15-19, 20-24, 25-29 anos, e; razão por sexo. A taxa de incidência de HIV em jovens, visa medir o risco de ocorrência de casos novos confirmados de HIV/Aids na população de jovens de 15 a 29 anos de idade, segundo ano e local de residência. Enquanto a razão por sexo visa medir a relação quantitativa de casos de HIV/Aids entre os sexos (BRASIL, 2020a). O cálculo foi feito conforme demonstrado na Equação 3.1 e 3.2:

$$\text{Incidência de HIV/Aids em jovens} = \frac{\text{Número de casos de HIV/Aids em jovens de 15 a 29 anos de idade, em um determinado ano de diagnóstico e local de residência}}{\text{População de jovens de 15 a 29 anos de idade, residentes nesse mesmo local, no mesmo ano de notificação}} \times 100.000 \quad (3.1)$$

$$\text{Razão por sexo} = \frac{\text{Número de casos confirmados de HIV/Aids em indivíduos do sexo masculino em um determinado ano de notificação e local de residência}}{\text{Número de casos confirmados de HIV/Aids em indivíduos do sexo feminino no mesmo ano de notificação e mesmo local de residência}} \quad (3.2)$$

Por fim, para regressão espacial, a taxa de detecção de HIV foi utilizada como variável dependente, e como variável independente utilizou-se 17 (dezesete) variáveis, sendo: 6 (seis) na dimensão educação; 3 (três) na dimensão de inclusão social; 2 (duas) na dimensão de mercado de trabalho; 5 (cinco) na dimensão de saúde, e; 1 (uma) na dimensão de segurança (Tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis utilizadas na Regressão Geograficamente Ponderada. PA, Brasil, 2022

VARIÁVEL	NOME
Educação	
v1	Taxa de Reprovação no Ensino Fundamental por esfera administrativa, Pará e municípios – 2018
v2	Taxa de Reprovação no Ensino Médio por esfera administrativa, Pará e municípios – 2018
v3	Taxa de Abandono no Ensino Fundamental por esfera administrativa, Pará e municípios – 2018
v4	Taxa de Abandono no Ensino Médio por esfera administrativa, Pará e municípios – 2018
v5	Índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB - Escola pública - 5ª ano (séries iniciais), Pará e municípios – 2017
v6	Índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB - Escola pública - 9ª ano (séries finais), Pará e municípios – 2017
Inclusão Social	
v7	Famílias Atendidas no Programa Bolsa Família, Pará e municípios – 2018
v8	Total de famílias inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico), Pará e municípios – 2018
v9	Total de famílias inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) com rendimento familiar per capita de até 1/2 salário mínimo, Pará e municípios – 2018
Mercado de Trabalho	
v10	Vínculos Empregatícios Total no Emprego Formal, Pará e Municípios – 2018
v11	Remuneração Média (R\$) do Trabalhador Formal, Pará e Municípios – 2018
Saúde	
v12	Cobertura ESF – 2018
v13	Cobertura AB – 2018
v14	Número de Postos e Centros de Saúde por 10.000 Habitantes – 2018
v15	Médicos por 10 Mil Habitantes – 2018
v16	Leito Hospitalar por Mil Habitantes – 2018
Segurança	
v17	Taxa de Homicídios de Jovens por 100.000 habitantes, Pará e Municípios – 2018

Fonte: FAPESPA, 2021.

4.4 Métodos Estatísticos

4.4.1 Etapa I: Análise Exploratória

Nessa etapa os casos foram distribuídos anualmente, por sexo e faixa etária: 15-19 anos; 20-24 anos, e; 25-29 anos, e, também, de acordo com a categoria de exposição. Foi feita a

descrição considerando a estatística da frequência absoluta e relativa. Os resultados forneceram um resumo das características da população e foram apresentados em tabelas. Utilizou-se o editor de planilhas, Microsoft Excel, 2019 (versão 16.0), da Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA.

4.4.2 Etapa II: Análise Temporal

Para análise temporal se considerou a taxa de incidência mensal de HIV em jovens, segundo faixa etária. Toda análise ocorreu com auxílio do *software* livre RStudio, versão 1.3.1093 [Desktop] (©RStudio, PBC. All Rights Reserved, Boston, MA, EUA, <https://rstudio.com/>).

- *Seasonal Decomposition of Time Series by Loess (STL):*

Primeiramente ocorreu a análise da série usando a estatística STL, que por sua vez decompõem a série temporal em componentes: sazonais; de tendência e irregulares. Onde, suavizando a subsérie sazonal se encontra o componente sazonal; sequencialmente a suavização é efetivamente substituída pela média e os valores sazonais e o restante suavizado são removidos para descobrir a tendência, sequencialmente o nível geral é removido do componente sazonal e adicionado ao componente de tendência. Este processo se repete algumas vezes. Os ruídos são os resíduos do ajuste sazonal mais tendência (CLEVELAND *et al.*, 1990).

- *Modelo Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA, acrônimo de AutoRegressive Integrated Moving Average):*

Posteriormente, utilizaremos uma série temporal estacionária e univariada para elaboração de um modelo ARIMA (neste contexto, “integração” é o reverso de diferenciação), para modelar e prever valores futuros das séries temporais em estudo, técnica conhecida pelo nome em inglês de *forecasting*, ou seja, ato ou efeito de prever (BOX *et al.*, 2016; HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2018).

Os modelos ARIMA não-sazonais, são uma combinação de “*diferenciação com autorregressão e um modelo de média móvel, obtemos um modelo ARIMA não sazonais*” (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2018).

Segundo Hyndman & Athanasopoulos (2018), precisa-se achar os valores apropriados para: ‘p’, parte autorregressiva; ‘d’, grau de diferenciação, e; ‘q’, ordem da média móvel.

Assim, considerando a série temporal $\{X_t; t \in \mathbb{Z}\}$ uma série integrada mista autorregressiva e de médias móveis de ordem $p, q, d \in \mathbb{N}$, deve-se escrever $\{X_t; t \in \mathbb{Z}\} \sim \text{ARIMA}(p, d, q)$, sendo representada da seguinte forma:

$$\phi(\mathbf{B})(\mathbf{1} - \mathbf{B})^d X_t = \alpha + \theta(\mathbf{B})\varepsilon_t, t \in \mathbb{Z} \quad (3.3)$$

com α real, $\{\varepsilon_t; t \in \mathbb{Z}\} \sim \text{RB}(0, \sigma_\varepsilon^2)$, para algum $\sigma_\varepsilon^2 \in (0, \infty)$, e com

$$\phi(\mathcal{Z}) = \mathbf{1} - \phi_1 \mathcal{Z} - \phi_2 \mathcal{Z}^2 - \dots - \phi_p \mathcal{Z}^p \text{ e } \theta(\mathcal{Z}) = \mathbf{1} - \theta_1 \mathcal{Z} - \theta_2 \mathcal{Z}^2 - \dots - \theta_q \mathcal{Z}^q \quad (3.4)$$

sem raízes no círculo unitário e sem raízes comuns.

Onde, RB \rightarrow é os ruídos branco;

Para tanto, optou-se pela metodologia de Box-Jenkins (BOX *et al.*, 2016) simplificada em três etapas, cíclicas e interativas, detalhadas a seguir:

A. Observação e identificação das características da série:

- i. Houve análise dos padrões de sazonalidade e tendência da série pela estatística STL;
- ii. Posteriormente, para o estudo da estacionariedade foi aplicado o teste *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS), onde, H_0 significa que "a série é estacionária". Também foi realizada a avaliação das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP).
- iii. **SE** série não estacionária, realizou-se diferenciação da série com relação a tendência e, posteriormente, diferenciação com relação a sazonalidade e tendência, segundo método Guerrero (1993).

B. Estimação do modelo:

Para tanto, foi usado uma variação do algoritmo de Hyndman & Khandakar, o qual combina testes de raiz unitária, minimização do AICc e MLE na seleção do modelo ARIMA. Foi acrescentado ao procedimento os argumentos ‘*approximation=FALSE*’ e ‘*stepwise=FALSE*’, o primeiro para evitar o uso padrão de aproximações e alcançar o modelo com menor valor para o critério de AICc, o segundo visando ampliar a busca para um conjunto com maior número de modelos (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2018);

C. Diagnóstico do modelo:

Análise dos resíduos: Após a escolha do modelo, iniciou-se a análise dos resíduos do modelo:

- i. Quanto a autocorrelação: Inicialmente, foi produzido um gráfico de tempo dos resíduos, o ACF correspondente e um histograma, assim como aplicação de um teste Ljung-Box, também, utilizamos outro teste de Portmanteau, o Box-Pierce, para testar H_0 ausência de autocorrelações dos resíduos. SE identificada ausência de autocorrelação dos resíduos, seguimos para análise da normalidade, caso haja autocorrelações nos resíduos retornamos para a estimação de um novo modelo;
- ii. Quanto a normalidade: Aplicou-se o ‘*Kolmogorov-Smirnov test*’ para assegurar a hipótese de que os resíduos seguiam distribuição normal. SE H_0 de que os dados seguem a distribuição normal for rejeitada.
- iii. Quanto a variância: Os resíduos do modelo foram divididos em duas séries temporais, a saber: 2007-2015; 2016-2018. Em seguida, executamos o teste F para comparar as variâncias entre as duas séries.
- iv. Validação das Previsões: Onde, paralelamente a série original, neste caso de 2007-2018 (série treino), realizamos uma previsão na série encurtada (2007-2016) (série teste). Tal análise, visou comparar e visualizar a eficácia de *forecasting* do modelo.

Por fim, realizou-se a previsão da taxa de incidência de HIV para os anos de 2019-2022, segundo faixa etária. Quando essas mostraram-se pouco satisfatórias, optou-se pelo uso do método misto de previsão, *Seasonal and Trend decomposition using Loess Forecasting* (STLF), STL+ARIMA (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2018; BOX *et al.*, 2015). O STLF aplica uma decomposição STL, modela os dados ajustados sazonalmente, e com as informações das decomposições faz as previsões futuras considerando que os parâmetros observados na decomposição se repetem nas previsões. Adicionalmente, para a previsão futura, além dos parâmetros STL, um modelo ARIMA é considerado (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2018; BOX *et al.*, 2015). Entre os métodos estatísticos usados, escolheu-se o qual apresentou menor valor AICc.

Também foi calculado os pontos de interrupção e seus intervalos de confiança nas séries mensais. A função calcula os pontos de interrupção ideais, em relações de regressão (BAI, 1997).

4.4.3 Etapa II: Análise Espacial

Para a distribuição e autocorrelação espacial foi empregado o *software* ArcGIS, versão 10.5 (ESRI, Redlands, CA, USA). A varredura espacial e espaço-temporal ocorreu no *software* SaTScan™, versão 9.7 (desenvolvido por Martin Kulldorff em conjunto com Information Management Services Inc, Boston, MA, USA). Enquanto para a regressão espacial utilizamos

os *softwares* IBM SPSS Statistics, versão 23 (International Business Machines Corp., Armonk, NY, USA) e o MGWR, versão 2.2 (SPARC, Arizona State University, Tempe, USA)..

Todos os resultados serão apresentados por meio de mapas coroléticos com auxílio do *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGis 10.5. Todas as bases cartográficas utilizadas possuíam acesso aberto e foram obtidas no endereço eletrônico do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/>). Sendo georreferenciadas na projeção Universal de Mercator (UTM), zona 22 S, Datum SIRGAS 2000 – oficial no Brasil.

4.4.3.1 Distribuição Espacial e Autocorrelação Espacial

A distribuição espacial foi realizada segundo faixa etária a partir da taxa de detecção de HIV/Aids dos municípios paraenses por quadriênio, a saber: 2007-2010, 2011-2014, 2015-2018. Por tratar-se de uma série temporal longa, optou-se pela utilização da estratégia de estratificação visando suavizar prováveis diferenças temporais na série.

Para identificar a presença de autocorrelação espacial da taxa de incidência de HIV/Aids nos jovens entre os municípios e seus respectivos vizinhos foi adotado a estatística de Moran. No *software* ArcGIS 10.5, foi realizado o cálculo do Índice Global de Moran (I) para cada quadriênio segundo faixa etária. O índice global de Moran é o coeficiente de regressão linear que indica a inclinação da reta de regressão (α) de z e wz , estabelecido a partir do cálculo do Diagrama de Espalhamento de Moran que mostra a dependência espacial de determinado atributo em uma área. Esse analisa a variabilidade espacial baseando-se em valores normalizados dos atributos em determinada área, os valores normalizados são resultados da subtração da média dos seus vizinhos e divididos pelo desvio padrão. O resultado é um gráfico bidimensional dos valores normalizados (z) pela média dos vizinhos (wz) (CÂMARA *et al.*, 2004).

O valor de I pode variar entre -1 e +1, com zero indicando ausência de correlação espacial, valores positivos correlação direta e valores negativos correlação inversa. Somente será considerado como correlação espacial os valores de I com significância estatística ($p < 0,05$).

Após identificada significância estatística realizou-se o mapeamento da área para localização de possíveis agrupamentos espaciais através do método do *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). Enquanto a estatística global de Moran resulta em um Diagrama, o método LISA é local e permite a visualização de agrupamentos, os categorizando em: *clusters* de valores altos (HH); *clusters* de valores baixos (LL); *outliers* em que um valor alto está

rodeado principalmente por valores baixos (HL) e *outliers* em que um valor baixo é rodeado principalmente por valores altos (LH) (ANSELIN, 1995; MITCHELL, 2005).

O cálculo dos indicadores locais de associação espacial é similar ao cálculo do Moran Global. O cálculo do indicador ocorre para cada área e, permuta-se aleatoriamente o valor das demais áreas até obter uma pseudo-distribuição para qual é possível estimar parâmetros de significância (CÂMARA *et al.*, 2004).

Essa estatística I de associação espacial de Moran Local foi descrita por Anselin (1995), da seguinte forma:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X}) \quad (3.5)$$

onde X_i é um atributo para a característica i , \bar{X} é a média do atributo correspondente, $W_{i,j}$ é o peso espacial entre a característica i e j , e:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (3.6)$$

com n igual ao número total de características.

Para esta análise foi adotada a matriz do tipo rainha, com critério de definição de vizinhança por contiguidade de bordas e 999 permutações. Antes da análise de autocorrelação também se verificou a normalidade dos dados – requisito obrigatório para estatística de Moran.

4.4.3.2 Análise de varredura

Foram realizados procedimentos estatísticos de varredura espacial e espaço-temporal visando identificar áreas de Risco Relativo (RR) para o HIV entre jovens. O RR é a probabilidade de um evento ocorrer com o grupo dentro do *cluster* em comparação ao grupo fora do *cluster*. O cálculo se dá conforme a Equação 3.8 (KULLDORFF, 2016. Tradução de Alessandra Cristina Guedes Pellini):

$$RR = \frac{c/E[c]}{(C - c)/(E[C] - E[c])} = \frac{c/E[c]}{(C - c)/(C - E[c])} \quad (3.8)$$

Onde, ‘ c ’ → é o número de casos observados dentro do cluster

‘ C ’ → é o número total de casos no conjunto de dados

‘ $c/E[c]$ ’ → é o risco estimado dentro do cluster dividido pelo risco estimado para a região do estudo como um todo

A estatística de varredura considerou o modelo probabilístico discreto de Poisson, ou seja, o número de casos em cada unidade de análise segue a distribuição de Poisson (KULLDORFF, 2016. Tradução de Alessandra Cristina Guedes Pellini).

Desse modo, para cada janela de varredura existe a hipótese alternativa de que há um risco elevado no interior em comparação ao exterior. Para o modelo de Poisson, a função da verossimilhança para cada janela é:

$$\left(\frac{c}{E[c]}\right)^c \left(\frac{C-c}{C-E[c]}\right)^{C-c} IO$$

(3.9)

Onde, ‘ C ’ → é o número total de casos

‘ c ’ → é o número de casos observados dentro da janela

‘ $E[c]$ ’ → é o número de casos esperados ajustado por covariáveis dentro da janela sob a hipótese nula

Para tanto, aplicou-se no SaTScanTM os seguintes critérios: *clusters* não podem ser sobrepostos geograficamente e devem ter tamanho máximo igual a 50% da população exposta, *clusters* com forma circular e 999 repetições e, também, considerou-se apenas os *clusters* com valor de $p \geq 0,05$, obtido a partir do teste de hipótese de Monte Carlo proposto por Dwass. A estatística do teste é calculada para cada replicação aleatória, bem como para o conjunto de dados reais. Com relação análise espaço-temporal, o que difere é a determinação de tempo, onde os casos foram distribuídos anualmente segundo unidades de análise – municípios (KULLDORFF, 2016. Tradução de Alessandra Cristina Guedes Pellini).

Para fins de interpretação dos resultados: RR igual à 1 indica que não há significância estatística entre o grupo exposto e não exposto; RR menor do que 1, indica baixo risco ou proteção, tendência à zero; RR maior do 1 indica área de risco.

Também foi calculado o Intervalo de Confiança (IC) de 95% para o RR dos *clusters* espaciais e espaço-temporais selecionados no *software* RStudio (©RStudio, PBC. All Rights Reserved, Boston, MA, EUA).

4.4.3.3 Regressão Geograficamente Ponderada (GWR)

A priori foi feita a seleção e preparação das variáveis, estas já foram descritas anteriormente no Subcapítulo 3.4. No IBM SPSS Statistics, utilizamos a estatística descritiva,

seguida do teste de normalidade para definição do tipo de correlação a ser realizada. A posteriori, com as variáveis correlacionadas foi realizada uma regressão linear com utilização do método *{Stepwise}* que subsidiou a escolha do modelo. Nesse contexto, y foi a taxa de detecção de HIV/Aids entre jovens segundo faixa etária para o período de 2007 à 2018.

Para tanto, a técnica utilizada para avaliar o relacionamento entre y e x foi a regressão *Ordinary Least Squares* (OLS). A OLS é um ponto de partida para todas as técnicas de regressão espacial.

O desempenho do modelo encontrado é avaliado a partir de seus valores de: R^2 e R^2 ajustado, sendo que o valor do R^2 ajustado é sempre menor do que o valor de R^2 , uma vez que a complexidade do modelo é refletida pelo primeiro; Fator de Inflação de Variância (VIF), esse por sua vez estima a redundância entre as variáveis explicativas (Xs), sendo assim, Xs de valores VIF superior a 7,5 foram removidas do modelo de regressão, uma de cada vez; por fim, também foi avaliada a autocorrelação espacial residual através da execução da estatística global de Moran (MITCHELL, 2005).

O processo de construção do modelo é repetido diversas vezes, o que resulta em numerosos modelos. Com isso, utilizamos o Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICc) para comparação e seleção do melhor modelo, optando-se pelo modelo com menor valor de AICc (MITCHELL, 2005).

Posterior a seleção do modelo, executamos a Regressão Geograficamente Ponderada (GWR, *Geographically weighted regression*) introduzida na geografia por Brunson *et al.* em 1996. A GWR pode ajustar um modelo de regressão para cada local de observação no conjunto total. Onde usa-se uma função Kernel para calcular a dependência espacial entre as observações (WHEELER; PÁEZ, 2009).

A GWR reflete a heterogeneidade espacial e pode ser representado segundo a matriz de notação (MACEDO, 2011):

$$y_i = \beta_0 + \beta_i x_i + \varepsilon_i \quad (3.10)$$

Onde, y é o fenômeno a ser modelado;

x são as variáveis que hipoteticamente ajudam a explicar o fenômeno;

β são os valores, calculados pela ferramenta de regressão, que indicam a relação e o peso de cada x com y ;

ε são os resíduos ou a parte de y que não é explicada pelo modelo.

A GWR fornece três tipos de modelo, contudo, optou-se pelos modelos Contínuo ou Gaussiano, desse modo todos os dados de entrada são vizinhos (até o limite de 1000 vizinhos)

e atribui-se um peso a eles, com isso a ponderação nunca chegará a zero e os mais distantes recebem um peso menor, podendo ser muito pequeno e praticamente não ter impacto na regressão (MITCHELL, 2005). O desempenho do GWR também foi avaliado quanto ao valor do: R^2 múltiplo; R^2 ajustado; autocorrelação espacial residual e AICc. Para exibição dos resultados usou-se da distribuição espacial dos coeficientes de regressão (β), uma vez que esses representam a força e o tipo de relação entre Xs e y .

OLS fornece um modelo global de y com uma equação de regressão única para representar o processo. Enquanto, a GWR fornece um modelo local de y , ajustando uma equação de regressão a cada característica do conjunto de dados (MITCHELL, 2005).

4.5 Considerações Éticas

Este trabalho é um recorte do macroprojeto, “**DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DAS INFECÇÕES SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEIS NO CONTEXTO AMAZÔNICO: ANÁLISE GEOESPACIAL, RASTREIO E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS CUIDATIVAS EDUCACIONAIS**”, coordenado pelo Professor Doutor Eliã Pinheiro Botelho. Este possui anuência da SESPÁ e aprovação do Comitê de ética do Hospital Universitário João de Barros Barreto sob o Parecer de número: 3.488.663 (ANEXO A). Todos os riscos desse estudo foram informados no Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD) e o mesmo possui apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com bolsa número 88881.200527/2018-01, PROCAD-AM.

Quanto aos riscos, para minimização desses e preservação da privacidade do banco de dados, o mesmo será mantido em cofre eletrônico e com verificação de acesso em duas etapas visando maior segurança.

Quanto aos benefícios, considera-se a magnitude da pesquisa como essencial para avaliação da dinâmica da epidemia de HIV e Aids na população jovem paraense. Os resultados auxiliam na delimitação de características da epidemia, como, áreas espaciais com maior risco e vulnerabilidade, além de, colaborar na criação e direcionamento de políticas públicas para a prevenção, tratamento e cuidado da referida população.

O autor da presente pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (15001016066P3) da Universidade Federal do Pará teve apoio da CAPES com bolsa na modalidade de mestrado pelo processo de número 88887.600083/2021-00.

5 RESULTADOS

Entre 2007-2018 foram notificados 8.166 casos novos HIV/Aids em jovens no Pará, Brasil. 23 notificações foram excluídas, em que 11 não possuíam endereço de residência no Pará e 12 por estarem duplicadas. Desta forma, a população do estudo foi composta por 8.143 notificações.

Tabela 3 - Característica sociodemográficas dos casos de HIV/Aids em jovens de 15-29 anos no Pará, Brasil, 2007-2018. Belém, PA, Brasil, 2022

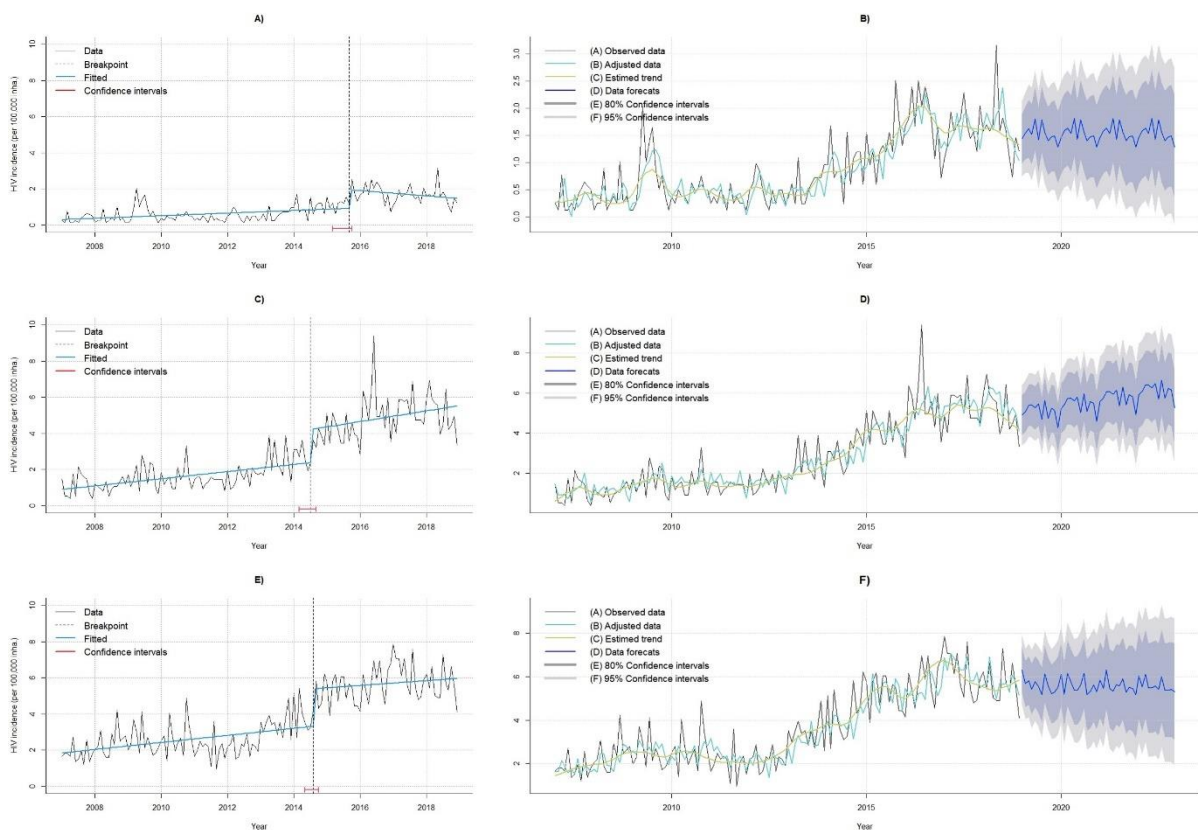
Variáveis	15-19 anos		20-24 anos		25-29 anos		15-29 anos	
	n=1055	%	n=3182	%	n=3906	%	N=8143	%
Sexo								
Masculino	595	56,40	2.185	68,67	2.632	67,38	5.412	66,46
Feminino	459	43,51	996	31,30	1.272	32,57	2.727	33,49
Ignorado	1	0,09	1	0,03	2	0,05	4	0,05
Raça/Cor								
Branca	103	9,76	305	9,59	356	9,11	764	9,38
Preta	42	3,98	159	5,00	232	5,94	433	5,32
Amarela	15	1,42	20	0,63	15	0,38	50	0,61
Parda	825	78,20	2.440	76,68	3.001	76,83	6.266	76,95
Indígena	3	0,28	17	0,53	17	0,44	37	0,45
Ignorado	67	6,35	241	7,57	285	7,30	593	7,28
Escolaridade								
Ens. Fundamental	427	40,47	1.088	34,19	1.438	36,82	2.953	36,26
Ens. Médio	341	32,32	1.062	33,37	1.143	29,26	2.546	31,27
Ens. Superior	39	3,70	325	10,22	421	10,78	785	9,64
Ignorado	248	23,51	707	22,22	904	23,14	1.859	22,83
Zona								
Urbana	912	86,45	2.742	86,17	3.284	84,08	6.938	85,20
Rural	88	8,34	272	8,55	384	9,83	744	9,14
Periurbana	16	1,52	16	0,50	35	0,90	67	0,82
Ignorado	39	3,70	152	4,78	203	5,20	394	4,84
Categoria de Exposição								
Homossexual	311	29,48	1.028	32,31	971	24,86	2.310	28,37
Bissexual	83	7,87	272	8,55	293	7,50	648	7,96
Heterossexual	524	49,67	1612	50,66	2.295	58,76	4.431	54,41
Sanguíneo		0,00	7	0,22	10	0,26	17	0,21
Perinatal	31	2,94	52	1,63	57	1,46	140	1,72
Ignorado	106	10,05	211	6,63	280	7,17	597	7,33

Fonte: SESPA, 2020.

Das 8.143 notificações, 47,97% tinham entre 25 a 29 anos de idade, 64,46% eram homens, 76,95% eram da raça/cor de pele parda, 36,26% possuíam ensino fundamental, a maioria (85,20%) era residente em zona urbana e compunha a categoria de exposição heterossexual (54,41%) (Tabela 4).

Quando analisado a série temporal da taxa de incidência do HIV/Aids entre os jovens, foi observado padrão comportamental diferente das séries entre as faixas etárias específicas: 15-19, 20-24 e 25-29 anos. A Figura 2A mostra a série temporal da taxa de incidência do HIV/Aids entre jovens de 15 a 19 anos em que o ponto de inflexão da série se deu em setembro de 2015, seguindo de tendência de queda. Já entre os jovens com idade de 20 a 24 e 25 a 29 anos o ponto de inflexão na série ocorreu em junho de 2014 seguido de tendência de crescimento (Fig. 2C e 2E, respectivamente).

Figura 2 - Série temporal do HIV em jovens paraenses, segundo faixa etária, com ponto de inflexão e projeções 2019-2022.



Fonte: SESP, 2020; PEDROSO, 2022.

Legenda: Figura 2. As Figuras 2A, 2C e 2E mostram os pontos de quebra das séries temporais das taxas de incidência de HIV/AIDS em jovens no Pará entre 2007 e 2018 e as Figuras 2B, 2D e 2F mostram as projeções de previsão das séries temporais de 2019 a 2022 (traço azul). As Figuras 2A e 2B, 2C e 2D e 2E e 2F mostram os resultados para jovens de 15-19, 20-24 e 25-29 anos, respectivamente. A linha tracejada preta mostra o tempo do ponto de interrupção e o traço vermelho o intervalo de confiança.

Para a previsão temporal das taxas de incidências do HIV/Aids, a modelagem temporal da série da faixa etária de 20 a 24 anos revelou tendência ($p < 0,01$), sendo aplicada a transformação Box-Cox para a estabilização da variância ($ndiffs = 1$; $nsdiffs = 0$). Nas demais faixas etárias estudadas, as séries foram estacionárias (15-19 anos: $ndiffs = 1$; $nsdiffs = 0$; 25-29 anos: $ndiffs = 1$; $nsdiffs = 0$). Os resultados da análise dos resíduos dos modelos selecionados como critério de inclusão estão descritos na Tabela 5.

Tabela 4 - Resultados da análise de resíduos dos modelos temporais para séries temporais das taxas de incidência de HIV/Aids. Belém, PA, Brasil, 2022

Teste	15-19 anos	20-24 anos	25-29 anos
	Teste estatístico <i>p</i> -valor		
Ljung-Box	0,04	< 0,01	0,06
Box-Pierce	0,86	0,91	0,99
Rank test	0,78	0,81	0,78
Turning Point	0,14	0,59	0,02
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)	< 0,01	0,02	< 0,01
Shapiro-Wilk normality test	< 0,01	< 0,01	0,01
F test	0,04	00,86	0,79

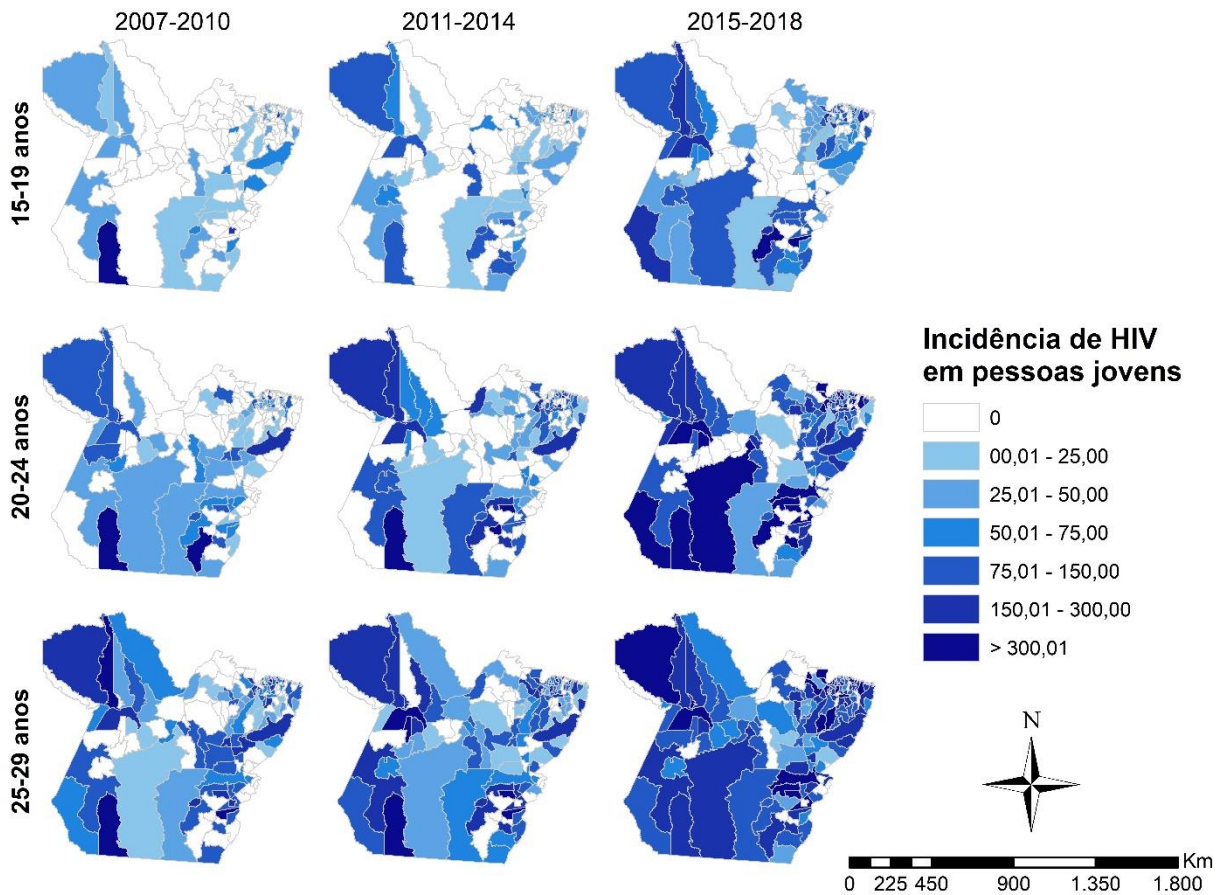
Fonte: PEDROSO, 2022.

A projeção do comportamento temporal da taxa de incidência do HIV/Aids de 2019 a 2022 mostrou estabilidade da taxa de incidência do HIV/Aids nos jovens de 15 a 19 (STL + ARIMA(2,1,1), MAPE = 45,61464, MAE = 0,2585607, RSME = 0,3519083) (Fig. 2B) e nos de 25 a 29 anos (STL + ARIMA(2,1,3), MAPE = 19,18589, MAE = 0,6170666, RMSE = 0,7946913) (Fig. 2F), com uma chance de erro de 45,61% e 19,18%, respectivamente. Na faixa etária de 20 a 24 anos houve tendência de crescimento, com chance de erro de 26,49% (STL + ARIMA(0,1,1) *with drift*, MAPE = 26,4993, MAE = 0,560686, RMSE = 0,7553249) (Fig. 2D).

Na análise espacial, percebeu-se uma expansão territorial da epidemia do HIV entre os jovens paraenses, principalmente entre os jovens de 20 a 29 anos. Nas três faixas etárias, 15-19, 20-24 e 25-29 anos, os municípios mais impactados pela epidemia foram aqueles localizados nas mesorregiões do sudeste e sudoeste paraense (Figura 3).

A análise de Moran global apontou autocorrelação direta nas três faixas etárias somente no quadriênio 2015-2018 (**2007 a 2010**: 15-19 anos: $I = -0,009565$, $p = 0,83$; 20-24 anos: $I = -0,013546$, $p = 0,73$; 25-29 anos: $I = 0,028288$, $p = 0,28$; **2011-2014**: 15-19 anos: $I = 0,001494$, $p = 0,86$; 20-24 anos: $I = 0,013007$, $p = 0,69$; 25-29 anos: $I = 0,074896$, $p = 0,10$; **2015-2018**: 15-19 anos: $I = 0,119800$, $p = 0,01$; 20-24 anos: $I = 0,095662$, $p = 0,04$; 25-29 anos: $I = 0,158535$, $p < 0,01$).

Figura 3 - Distribuição espacial das taxas de incidência de HIV/AIDS em jovens no Pará para cada faixa etária específica (15-19, 20-24 e 25-29 anos) e quadriênio (2007-2010, 2011-2014 e 2015-2018). Pará, Brasil, 2007-2018.



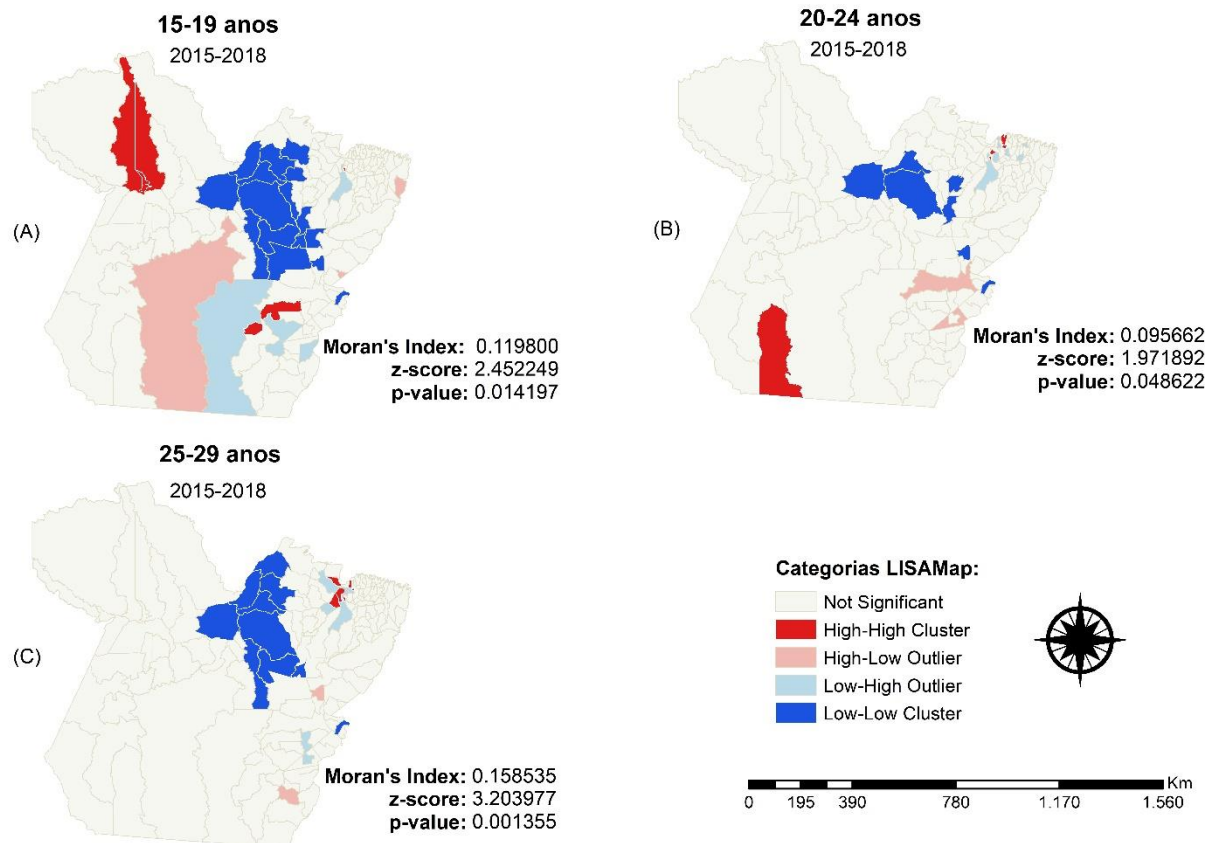
Fonte: SESP, 2020; IBGE, 2021.

O LISA Map revelou somente agrupamento baixa-baixa incidência em todas as faixas etárias. O agrupamento de municípios baixa-baixa incidência nos jovens de 20 a 24 anos de idade apresentou o menor quantitativo de municípios, formado por municípios do Marajó, Baixo Amazonas e Nordeste paraense (Fig. 4B). Enquanto os agrupamentos das faixas etárias 15 a 19 anos (Fig. 4A) e 25 a 29 anos (Fig. 4C) foram formados por municípios do Marajó, Baixo Amazonas, Nordeste, Sudoeste e Sudeste paraense.

A análise de varredura espacial mostrou similaridades entre as zonas de risco para as faixas estudadas. Na faixa etária de 15 a 19 anos foram encontradas 04 zonas de risco espacial e 03 zonas de risco espaço-temporal sobrepostas, sendo o maior risco espacial e espaço-temporal observado no município de Novo Progresso (Espacial: $RR = 18,48$, $IC\ 95\% = 13,97 - 23,40$, $p < 0,01$; Espaço-temporal: $RR = 203,45$, $IC\ 95\% = 143,74 - 267,42$, $p < 0,01$, [2009-2009]). Na RMB houve risco espacial de $RR = 2,04$ ($IC\ 95\% = 1,77 - 2,73$, $p < 0,01$) e Espaço-temporal de $RR = 3,95$ ($IC\ 95\% = 3,06 - 4,06$, $p < 0,01$, [2014-2018]). No Baixo Amazonas

houve zona de risco espaço-temporal ($RR = 3,71$ ($IC\ 95\% = 3,03 - 4,55$, $p < 0,01$, [2014-2018]), na mesma zona, Santarém apresentou risco espacial de $RR = 2,62$ ($IC\ 95\% = 2,12 - 3,21$, $p < 0,01$). Por fim, houve uma zona de $RR = 1,76$ ($IC\ 95\% = 1,45 - 2,12$, $p < 0,01$) no sudeste paraense (Fig. 5A e 5B).

Figura 4 - LISAMap das taxas de incidência de HIV/AIDS entre 2015 e 2018 em jovens de 15-19 (Fig. 4A), 20-24 (Fig. 4B) e 25-29 anos (Fig. 4C) no Pará. Belém, PA, Brasil, 2022



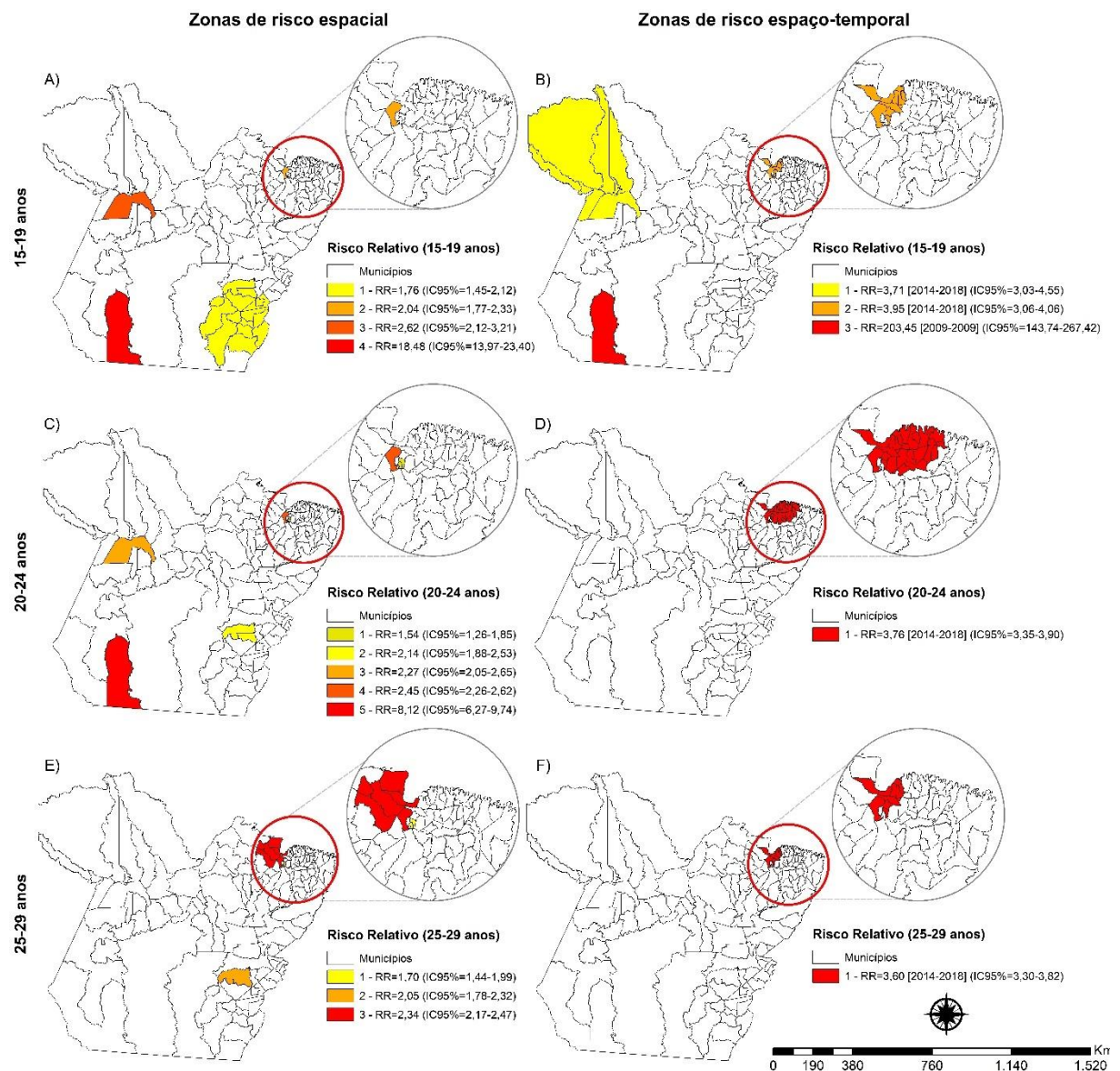
Fonte: SESP, 2020; IBGE, 2021; PEDROSO, 2022.

Entre os jovens de 20 a 24 anos houve 05 zonas de risco espacial, sendo o maior RR no município de Novo Progresso ($RR = 8,12$, $IC\ 95\% = 6,27 - 9,74$, $p < 0,01$), seguido da capital, Belém ($RR = 2,45$; $IC\ 95\% = 2,26 - 2,62$; $p < 0,01$), de Santarém no Baixo Amazonas ($RR = 2,27$; $IC\ 95\% = 2,05 - 2,65$; $p < 0,01$), do sudeste ($RR = 2,14$; $IC\ 95\% = 1,88 - 2,53$; $p < 0,01$) e de municípios da RMB ($RR = 1,54$; $IC\ 95\% = 1,26 - 1,85$; $p < 0,01$) (Fig. 5C). Em relação ao risco espaço-temporal houve somente 01 zona de risco formada por municípios do Marajó, RMB e Nordeste paraense ($RR = 3,76$, $IC\ 95\% = 3,35 - 3,90$, $p < 0,01$, [2014-2018]) (Fig. 5D).

Nos jovens de 25 a 29 anos houve 03 zonas de risco espacial, sendo a zona com o maior risco espacial abrangendo municípios do Marajó, RMB e Nordeste paraense ($RR = 2,34$, IC

95% = 2,17 – 2,47, $p < 0,01$), formada pelos mesmos municípios da zona de risco espacial supracitada houve somente 01 zona de risco espaço-temporal (RR = 3,60, IC 95% = 3,30 – 3,82, $p < 0,01$, [2014-2018]). Outras zonas de risco espacial foram em municípios do sudeste paraense (RR = 2,05; IC 95% = 1,78 – 2,32; $p < 0,01$) e de municípios da RMB (RR = 1,70; IC 95% = 1,44 – 1,99; $p < 0,01$) (Fig. 5E e 5F).

Figura 5 - Zonas de risco espacial e espaço-temporal para HIV/AIDS entre jovens no Pará segundo faixa etária. Belém, PA, Brasil, 2022



Fonte: SESP, 2020; IBGE, 2021.

Legenda: Zonas de risco espacial (Fig. 5A, 5C e 5E) e espaço-temporal (Fig. 5B, 5D e 5F) para HIV/AIDS entre jovens no Pará segundo faixa etária: 15-19 (Fig. 5A e 5B), 20-24 (Fig. 5C e 5D) e 25-29 anos (Fig. 5E e 5F). IC, intervalo de confiança; RR, risco relativo.

Para a GWR, uma regressão global determinou que o melhor modelo para faixa etária de 15 a 19 anos incluiu o “Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB)”. Enquanto para as faixas etárias de 20-24 e 25-29 anos foi acrescentado a variável “Médicos por 10.000 Habitantes”. O grupo de 25-29 anos foi adicionada uma terceira variável, a saber: “Taxa de Abandono do Ensino Médio (TAEM) por município – 2018”. Todas as variáveis utilizadas na regressão global foram descritas na Tabela 2.

A Tabela 6 mostra que os resultados obtidos através da análise GWR tiveram melhor ajustes do que os OLS e que não houve autocorrelação residual. A GWR explicou 11% entre jovens de 15 a 19 anos (AICc = 395,724); 67% entre os jovens de 20 a 24 anos (AICc = 307,551) e; 52% para a faixa etária de 25 a 29 anos (AICc = 355,215). A Tabela 6 mostra que os resultados obtidos por meio da análise GWR tiveram ajustes melhores do que o OLS resultados e que não houve autocorrelação residual.

Tabela 5 - Resultados do modelo explicativo escolhido nos mínimos quadrados ordinários e nas regressões geograficamente ponderadas. Belém, PA, Brasil, 2022

Parâmetros	Faixa etária		
	15-19 anos	20-24 anos	25-29 anos
OLS			
AICc	1521,203	1653,173	1637,290
R ²	0,071	0,185	0,246
R ² ajustado	0,064	0,173	0,230
Resíduos OLS			
Índice de Moran	0,029337	0,053157	0,068410
p-valor	0,21	0,13	0,11
GRW			
AICc	395,724	307,551	355,215
R ²	0,137	0,764	0,635
R ² ajustado	0,119	0,679	0,523
Resíduos OLS			
Índice de Moran	0,023757	-0,006620	0,070442
p-valor	0,29	0,78	0,11

Fonte: PEDROSO, 2022.

Legenda: Análise comparativa do AICc, R[2], R[2]Ajustado e resíduos dos modelos OLS e GWR utilizados, segundo faixa etária. AICc, critério de informação de Akaike corrigido; OLS, mínimos quadrados ordinários; GWR, regressão geograficamente ponderada.

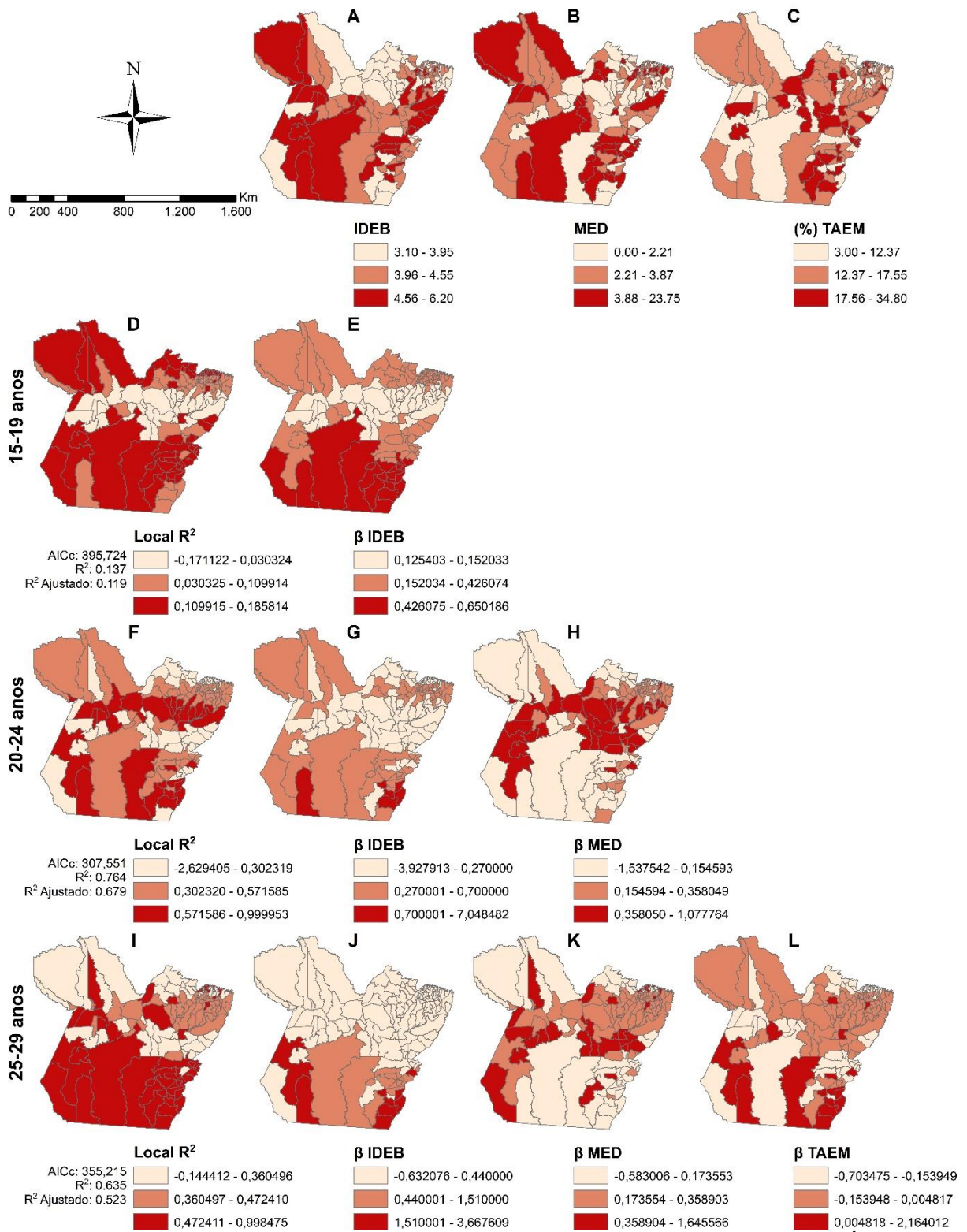
A Figura 6A, 6B e 6C mostra a distribuição espacial das variáveis independentes ‘IDEB’, ‘Médicos por 10,000 Habitantes’ e ‘Taxa de Abandono do Ensino Médio’, respectivamente.

As Figuras 6E, 6G e 6J mostram os coeficientes β da influência do “IDEB” na incidência de HIV/AIDS, evidenciado maior risco de infecção pelo HIV entre os jovens nos municípios

com maior IDEB. Com isso, a análise aponta um maior risco para infecção pelo HIV em municípios do sudoeste e sudeste paraense associado ao IDEB alto e moderado, respectivamente. Com variação espacial nos municípios do Nordeste e Marajó, onde o risco para infecção foi médio e associado ao baixo IDEB.

Quanto a variável Médico por 10 mil habitantes entre os jovens de 20-24 e 25-29 anos, o coeficiente β variou de -1,53 a 1,07 e -0,58 a 1,64 respectivamente, apontando para um maior risco para o HIV em áreas onde há menor cobertura de médicos (Fig. 6H e 6K). O mesmo aconteceu em relação a 'Taxa de Abandono do Ensino Médio', com um risco maior para o HIV em municípios com maior TAEM (Fig. 6L) nos jovens de 25 a 29 anos.

Figura 6 - Mapeamento da variabilidade espacial das taxas de incidência de HIV/AIDS promovidas pelos determinantes sociais da saúde. Belém, PA, Brasil, 2022



Fonte: SESPA, 2020; IBGE, 2021. **Legenda:** Distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) (Fig. 6A); médicos (MED) por 10.000 habitantes (Fig. 6B) e taxa de abandono do ensino médio municipal (MNSA) (Fig. 6C). Coeficientes β do IDEB (Fig. 6E, 6G, 6J), médicos por 10.000 habitantes (Fig. 6H e 6K) e abandono do ensino médio municipal (MNSA) (Fig. 6L). As Figuras 6D, 6F e 6I mostram o R² local.

6 DISCUSSÃO

6.1 Análise temporal

Os resultados desse estudo mostraram expansão da taxa de detecção de HIV/Aids entre os jovens no Pará com comportamento temporal divergente entre as faixas etárias estudadas. Nos jovens de 15 a 19 o *breakpoint* ocorreu em setembro de 2015, sendo seguido por tendência de queda, enquanto que nos jovens de 20 a 29 anos o *breakpoint* foi em junho de 2014 seguido de tendência de crescimento.

A análise temporal evidenciou que enquanto a taxa de incidência do HIV/AIDS entre jovens de 15 a 19 anos teve o *breakpoint* em 2015 com tendência a decréscimo, nos jovens de 20 a 29 anos o *breakpoint* foi em 2014 com tendência a alta. Tal comportamento temporal da taxa de incidência entre os jovens de 15 a 19 anos pode ter sido devido a campanha de testagem para o HIV realizada em entre 2015 e 2016 em Belém – Capital (DIAS, 2021), o que aumentou expressivamente a taxa de detecção do vírus. Porém, devido a descontinuação da campanha, a taxa de detecção do vírus decresceu novamente.

Em relação aos jovens de 20 a 29 anos, o *breakpoint* observado 2014 é devido a notificação compulsória do HIV a partir deste ano, assim como a descentralização dos testes para as unidades básicas de saúde em 2015. Adicionalmente, em 2014 foi implementada a política ‘Tratamento como Prevenção’ – *TasP* (MELO *et al.*, 2018).

O aumento do número de casos de HIV/Aids entre os jovens não é um cenário exclusivo do Brasil. Na China, entre 2005 e 2012 houve um aumento de 96,59% [2005=5,186; 2012=10,195] entre jovens de 15 a 24 anos (ZHANG *et al.*, 2017). No Brasil, os jovens são considerados populações prioritárias ao combate ao HIV e, em 2007, o Ministério da Saúde do Brasil lançou o Programa Saúde na Escola, sendo a saúde sexual e reprodutiva dos jovens uma das vertentes do Programa. Porém, estudos recentes mostram o baixo nível de conhecimento sobre as formas de prevenção e transmissão do HIV entre os jovens estudantes (FONTES *et al.*, 2017). Na Geórgia, embora jovens estudantes detivessem de conhecimento sobre as formas de transmissão do HIV, eles apresentavam baixa testagem para o vírus e múltipla parceria sexual (KIKVIDZE *et al.*, 2022). Tal fato foi também observado entre estudantes jovens americanos que mesmo recebendo educação sexual nas escolas, assumiam comportamentos de riscos tais como a múltipla parceria sexual e o uso inconstante do preservativo (CHAN *et al.*, 2021).

É preocupante a previsão de estabilidade da taxa de incidência do HIV/AIDS entre os jovens de 15 a 19 (0.01%) e 25 a 29 (0.38%) anos e de aumento entre os jovens de 20 a 24 anos (23.71%) projetada para o período de 2019-2022. Comparando as projeções com os dados do Ministério da Saúde, entre 2018 e 2020 houve uma queda de 22.22% no número de notificações de HIV/Aids nos jovens paraenses de 15 a 19 anos, e de 22.02% e 22.07% nos jovens de 20 a 24 anos nos de 25 a 29 anos, respectivamente. Porém, há de se considerar as subnotificações e baixa testagem para o HIV resultantes do cenário da COVID-19 (BRASIL, 2021).

Estudos apontam que a expansão da testagem associada ao início imediato do tratamento após o diagnóstico do HIV pode promover decréscimo da taxa de detecção do vírus entre os jovens (MITTLER *et al.*, 2019). No Brasil, no público em geral, a expansão da testagem e implementação da TasP promoveu imediato efeito em decréscimo na taxa de detecção de Aids em 62% e na taxa de mortalidade por Aids em 79% (PEREIRA *et al.*, 2019). Na China, somente o aconselhamento específico para o público jovem associado ampliação da testagem diminuiu a taxa de detecção do HIV entre jovens de 15 a 24 anos (SHAORONG *et al.*, 2021). No entanto, o Pará ainda não implementou a descentralização da TARV para a rede de Atenção Primária ainda em junho de 2022. Considerando a grande extensão territorial do Pará e as baixas condições socioeconômicas de seus habitantes, as pessoas têm grande dificuldade de acesso às únicas 33 UDM a 06 especializadas em HIV/AIDS serviços de atendimento. Em Manaus, capital do Amazonas, estado fronteiro com o Pará, a descentralização da atenção à saúde de PVHA para a rede de Atenção Primária promoveu maior satisfação e maior adesão à TARV entre elas (Leon, *et al.* 2019).

Não basta ofertar educação sexual nas escolas, se não há disponibilidade aos jovens de serviços de diagnóstico, tratamento e de prevenção. Em Londres, a disponibilidade contínua e acessível de testes para o HIV, preservativos e da TARV promoveu um decréscimo da taxa de detecção do HIV entre homossexuais (WU *et al.*, 2021). A universalização do acesso à saúde faz-se necessário para o combate ao HIV e requer esforços globais (OOMS, KRUIJA 2019).

Adicionalmente, faz-se necessário combater o estigma e o preconceito social de forma a promover a acessibilidade de todos. Nos Estados Unidos, entre homens que fazem com homens, o estigma contra o HIV foi diretamente associado a dificuldade na adesão a TARV (MITZEL *et al.*, 2019). Entre jovens africanos, o estigma e o preconceito social foram relacionados a baixa testagem para o HIV, sendo a autotestagem a estratégia apontada como possível solução (LOGIE *et al.*, 2021).

6.2 Análise espacial

A autocorrelação espacial mostrou *clusters* LL para todas as faixas etárias em estudo no quadriênio de 2015-2018, tendo os seguintes municípios como similaridade entre elas: Porto de Moz (IDHM: 0,503. PIB *per capita*: R\$ 3,85 mil anual), Portel (IDHM: 0,483. PIB *per capita*: R\$ 7,78 mil anual) e Melgaço, esse último com o pior IDHM do país: 0,418 (PIB *Per Capita*: R\$ 4,35 mil anual – 2016) (PNUD, 2022). Esses municípios enfrentam iniquidades sociais históricas, como, a dificuldade de grande parte das populações em acessar aos serviços de saúde, devido ser formadas por ribeirinhos vivendo longe dos centros urbanos e tendo o rio como única via de acesso e locomoção (CARNEIRO *et al.*, 2018).

O município de Novo Progresso apresentou maior risco relativo espacial para os jovens de 15 a 19 e 20 a 24 anos e maior risco espaço temporal para os jovens de 15 a 19 anos em 2009. Tal município foi fundado em 1993, com crescimento rápido promovido pela mineração ilegal, extrativismo de madeira, construção de rodovias, pecuária, ocupação ilegal de terras, e o crescimento da indústria de mineração. Em 2009, Novo progresso alcançou o pico de desenvolvimento, com o crescimento populacional provocado por grandes projetos, como estradas e o a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no município vizinho, Altamira. O desenvolvimento urbano desordenado, sem investimentos em infraestrutura que confirmam a população qualidade de vida, pode levar a um ambiente propício para as IST. Em 2009, foi criado o Instituto Edson Royer em Novo Progresso com a finalidade de combater a violência e prostituição de crianças e adolescentes, a gravidez entre meninas adolescentes e o emprego dos jovens no tráfico de drogas (IER, 2022; SOUZA *et al.*, 2018).

Entre as pessoas de 25 a 29 anos, o maior risco espacial para o HIV foi observado em um cluster formado pelos municípios de Marajó, RMB e nordeste paraense. A RMB possui a maior densidade populacional do estado. A urbanização facilita uma maior circulação das infecções sexualmente transmissíveis (BOYCE *et al.*, 2019). No Malawi, identificou-se que pessoas que residem em áreas urbanas possuem risco 2,2 vezes maior de serem HIV-positivas em comparação com suas contrapartes nas áreas rurais em comparação as áreas rurais (NUTOR *et al.*, 2020). O risco espaço-temporal entre 2014 e 2018 sugere que as políticas de combate ao HIV, tais como a descentralização dos testes em 2015, está surtindo uma maior eficiência nessa região. Tal fato pode também pode ser explicado a essa região possuir uma melhor acessibilidade aos serviços de saúde por tais municípios terem melhores infraestruturas urbanas.

A regressão espacial mostrou que IDEB, número de médicos e TAEM influenciaram a heterogeneidade espacial da epidemia de HIV no Pará. Nos municípios do sudoeste percebeu-

se que o risco de aumento da incidência de HIV/aids direcionado foi influenciado pelo IDEB, enquanto nos municípios do sudeste essa associação foi indireta. Além disso, nos municípios do Sudeste esse risco foi aumentado pela baixa taxa de MHSA. As regiões do sudeste e sudoeste paraense são as que apresentam maior desenvolvimento econômico no estado do Pará alavancado pela expansão da mineração, do agronegócio, de indústrias e grandes obras, como a construção de hidrelétrica, o que gera vagas de emprego e atrai imigrantes de outras regiões brasileiras. Porém, tal desenvolvimento não é acompanhado pelo investimento na qualidade de vida das pessoas locais, gerando cada vez mais desigualdade social (MIRANDA, 2019; ROSÁRIO *et al.*, 2021). Embora se espere dos jovens com maior escolaridade menor comportamento de risco, estudos mostram que tal é regra nem sempre é válida (CHAN *et al.*, 2021; KIKVIDZE *et al.*, 2022). Adicionalmente, por ser uma região que apresenta uma alta empregabilidade, é possível que estes jovens com maior escolaridade ocupem posições com melhores salários. Jovens de renda mais alta com baixa conscientização sobre HIV/AIDS são mais propensas a serem HIV positivos (MULEIA *et al.*, 2020), por terem exposição aumentada ao vírus através do acesso a tecnologias como aplicativos para smartphones de redes geossociais que permitem parcerias sexuais realizadas a partir de interações on-line, turismo sexual e drogas lícitas e ilícitas liberadoras de comportamento (WANG *et al.*, 2018).

O risco ao HIV também foi menor nos municípios do sul do Pará associado ao elevado número de médicos. O sul do Pará tem o maior desenvolvimento econômico do estado do Pará, alavancado pela expansão da mineração, agronegócio, indústrias e grandes projetos de construção, como a construção de uma hidrelétrica. Nessa região, a infraestrutura urbana melhorou com a ampliação de 180% da cobertura dos serviços de atenção básica desde 2010 e foram instaladas 10 UDM. Esses fatos podem ter promovido um melhor acesso das pessoas aos locais de teste, diagnóstico e tratamento do HIV e, conseqüentemente, diminuído o risco de HIV nesses municípios. No Brasil, a expansão da política *Universal Test and Treat* (UTT) reduziu a taxa média de mortalidade por AIDS em 60% após 2015 (PEREIRA, *et al.* 2019). Embora nenhum estudo tenha explorado quanto essa política influenciou a transmissão do HIV no Brasil, na África Subsaariana um estudo de base populacional de três anos mostrou que a UTT diminuiu a mortalidade por AIDS e a transmissão do HIV em 23% e 32%, respectivamente (Haylir, *et al.* 2020).

O fato dos municípios do Marajó e Baixo Amazonas apresentarem risco moderado de HIV associado direta e indiretamente ao IDEB, respectivamente, e às taxas de MHSA traz um alerta para o possível aumento das taxas de incidência do HIV nessas regiões. Além de ter uma baixa concentração de serviços de APS e HIV relacionados à saúde, os municípios do Baixo

Amazonas e Marajó têm um rápido desenvolvimento econômico promovido pelo agronegócio e pecuária e atraem imigrantes em busca de emprego. Por exemplo, entre 2015 e 2018, os municípios de Faro (Baixo Amazonas) e Afuá (Marajó) tiveram seu produto interno bruto aumento de 10,12% e 8,82%, respectivamente (Pará, 2021). O crescimento populacional associado ao desmatamento e à falta de investimento em infraestrutura urbana promove não apenas o aumento do HIV, mas outros problemas de saúde e sociais (Richards, VanWey, 2015).

6.3 Limitações do estudo

Por ser um estudo ecológico, torna-se impossível correlacionar os resultados obtidos com fatores causais. Há de se levar em consideração as subnotificações, e que foram aumentadas ainda mais durante a pandemia da COVID-19 devido ao deslocamento dos profissionais para trabalhar no cenário pandêmico, comprometimento da qualidade da informação e outras restrições imposta por esse cenário, como, o interrompimento da testagem para o HIV nos serviços de saúde – dados relatam a diminuição de 41% do número de testes para o HIV globalmente (UNAIDS, 2021; WATERFIELD *et al.*, 2021). No Pará, dados mostram a redução de 7,45% na dispensação de ARV durante a pandemia da COVID-19 (2019 até setembro de 2021) (BRASIL, 2022c). Dessa forma, o cenário epidemiológico pode ser pior do que apresentado e estudos futuros necessitam ser feitos para avaliar o impacto da pandemia (WATERFIELD *et al.*, 2021).

6.4 Contribuições para a Enfermagem

Este estudo reforça a importância do Parecer Normativo nº001 de 2013 do Conselho Federal de Enfermagem que aprovou a competência do profissional Enfermeiro para realizar testes rápidos para diagnósticos de HIV, sífilis e outros agravos. O profissional Enfermeiro é peça chave para ampliação da testagem do HIV no Estado do Pará. Esse, também, possui papel importante no Programa Saúde na Escola, onde possui competência e habilidade para abordar a Educação Sexual nas instituições de ensino. Por fim, o estudo também subsidia tomada de decisões para enfermeiras e enfermeiros gestores da saúde coletiva.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre 2007-2018, 47,97% dos casos de HIV/Aids entre os jovens foram entre o grupo de 25 a 29 anos de idade, 64,46% eram de homens, 76,95% se declararam da raça/cor parda, 36,26% possuíam ensino fundamental, 85,20% residiam em zona urbana e 54,41% compunha a categoria de exposição heterossexual. Dado que reforça a importância de remover estigmas da infecção pelo vírus, através da educação sexual e campanhas midiáticas.

As projeções mostraram um aumento da taxa de incidência de HIV/AIDS de 2019 a 2022 em pessoas de 20 a 24 anos e uma tendência de estabilidade na faixa de 15 a 19 anos e de 25 a 29 anos. Tais resultados, corroboram com dados do aumento da subnotificação das infecções pelo HIV durante a pandemia de COVID19, com isso, faz-se necessário urgência na expansão da testagem para o HIV.

No período estudado houve uma expansão territorial da epidemia de HIV/AIDS entre os jovens paraenses. Novo Progresso e RMB foram as zonas com maior risco espacial e espaço-temporal para o HIV. O IDEB, número de médicos por 10.000 habitantes e a TAEM foram os DSS influenciando a variabilidade espacial do HIV no Pará. Esse resultados apontam para uma carência de assistência à saúde no Estado do Pará, contudo, o cenário pode ser ainda pior, uma vez que em 2018, após o período do estudo, houve ruptura do Programa Mais Médicos, reduzindo ainda mais o numero de médicos do interior do Estado.

7.1 Sugestões

Para eliminar o HIV no Pará, a descentralização dos serviços de saúde relacionados ao HIV para a rede de APS deve ser implementada com urgência no Estado para uma melhor adesão à TARV e assistência à saúde e, conseqüentemente, diminuir a disseminação do HIV e a mortalidade por AIDS. Além disso, a educação em saúde sexual e reprodutiva deve ser reforçada nas escolas e comunidades e o estigma do HIV deve ser eliminado. Além disso, campanhas midiáticas, políticas e outras estratégias públicas contra o HIV devem considerar as diferenças regionais para alcançar as eficiências esperadas.

REFERÊNCIAS

- BAI, Jushan. Estimating multiple breaks one at a time. **Econometric theory**, v. 13, n. 3, p. 315-352, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0266466600005831>. Acesso em: 10 mar 2022.
- BORGES, Maria Junineide Lopes *et al.* **Integralidade da atenção à saúde das pessoas vivendo com HIV/Aids: uma avaliação de serviços de assistência especializada**. 2010. Tese de Doutorado. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães.
- BOX, George E. P.; JENKINS, Gwilym M., REINSEL, Gregory C.; LJUNG, Greta M.. Time series analysis: forecasting and control – 5ª ed. John Wiley & Sons, 2016.
- BOYCE, Matthew R.; KATZ, Rebecca; STANDLEY, Claire J. Risk factors for infectious diseases in urban environments of sub-Saharan Africa: a systematic review and critical appraisal of evidence. **Tropical medicine and infectious disease**, v. 4, n. 4, p. 123, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4040123>. Acesso em: 17 Mar 2022.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 14 ago. 2017.
- aBRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e Aids. **Diretrizes para implantação do Projeto Saúde e Prevenção nas Escolas**. – Brasília/DF: Ministério da Saúde, 2006. 24 p.. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/diretrizes_prevencao_escolas.pdf. Acesso em: 14 ago. 2021.
- bBRASIL. Decreto de 13 de março de 2006. Institui, no âmbito do Ministério da Saúde, a Comissão sobre Determinantes Sociais da Saúde – CNDSS. **Diário Oficial da União**, Seção 1 - 14/3/2006, Página 21. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/dnn/dnn10788.htm>. Acesso em: 14 ago 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 77, de 12 de janeiro de 2012. Dispõe sobre a realização de testes rápidos, na atenção básica, para a detecção de HIV e sífilis, assim como testes rápidos para outros agravos, no âmbito da atenção pré-natal para gestantes e suas parcerias sexuais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jan. 2012.
- BRASIL. Lei nº 12.852, de 5 de agosto de 2013. Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude-SINAJUVE. **Diário Oficial da União**, Seção 1 - 6/8/2013, Página 1.
- aBRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Diretrizes para organização do CTA no âmbito da Prevenção Combinada e nas Redes de Atenção à Saúde**. Brasília/DF, 2017. Disponível em:

<<http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2017/diretrizes-para-organizacao-do-cta-no-ambito-da-prevencao-combinada-e-nas-redes-de-atencao>>. Acesso em: 14 ago 2021.

bBRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Viva melhor sabendo**: relatório de avaliação. Brasília/DF, 2017. Disponível em: <<http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2017/viva-melhor-sabendo-relatorio-de-avaliacao>>. Acesso: 14 ago 2021.

aBRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para Profilaxia Pré-Exposição (PrEP) de risco à infecção pelo HIV**. Brasília/DF, 2018. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2017/protocolo-clinico-e-diretrizes-terapeuticas-para-profilaxia-pre-exposicao-prep-de-risco>. Acesso: 14 ago 2021.

bBRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Agenda estratégica para ampliação do acesso e cuidado integral das populações-chaves em HIV, hepatites virais e outras infecções sexualmente transmissíveis**. Brasília/DF, 2018. Disponível em: <<http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2018/agenda-estrategica-para-ampliacao-do-acesso-e-cuidado-integral-das-populacoes-chaves-em-hiv>>. Acesso: 14 ago 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.087, de 5 de novembro de 2019. Declara a revogação, para os fins do disposto no art. 16 da Lei Complementar nº 95, de 26 de fevereiro de 1998, de decretos normativos. **Diário Oficial Da União**, Brasília, DF, 6 nov. 2019, p. 6.. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10087.htm#art1. Acesso em: 13 ago. 2021.

aBRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico Especial. **Editora MS/CGDI**, 2020. Disponível em: <<http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2020/boletim-epidemiologico-hiv-aids-2020>>. Acesso: 1 jan 2021.

bBRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 264, de 17 de fevereiro de 2020. **Diário Oficial Da União**, Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 19 fev. 2020. Ed. 35. Seção 1. Pág. 97. Disponível em: <bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt0264_19_02_2020.html>. Acesso em: 13 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento De Vigilância. Boletim Epidemiológico HIV/Aids 2021. Brasília/DF; 2021. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/taxonomy/term/595> [verificado 10 Mar 2022].

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Doenças Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. Painel de monitoramento de dados de HIV durante a pandemia da COVID-19 [Internet]. 2022. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/painelcovidHIV>. Acesso em: 10 mar 2022.

CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá; CRUZ, Oswaldo Gonçalves; CORREA, Virginia. Análise espacial de áreas. **Análise espacial de dados geográficos**, v. 2, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

CARNEIRO, Vânia Barroso et al. Tecobé no Marajó: tendência de indicadores de monitoramento da atenção primária antes e durante o Programa Mais Médicos para o Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 2413-2422, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018237.19052016>. Acesso em: 17 mar 2022.

CATAIA, Marcio Antonio. Território político: fundamento e fundação do Estado. **Sociedade & natureza**, v. 23, p. 115-125, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132011000100010>. Acesso em: 10 ago 2021.

CHAN, Carrie T.; OLIVIERI-MUI, Brianne L.; MAYER, Kenneth H. Associations between State-Level High School HIV Education Policies and Adolescent HIV Risk Behaviors. **Journal of School Health**, v. 92, n. 3, p. 316-324, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/josh.13130>. Acesso em: 14 mar 2022.

CHIMOYI, Lucy A.; MUSENGE, Eustasius. Spatial analysis of factors associated with HIV infection among young people in Uganda, 2011. **BMC Public Health**, v.14, n.1, p. 555, 2014. Disponível em: www.biomedcentral.com/1471-2458/14/555. Acesso em: 10 jul 2021.

CLEVELAND, Robert B.; CLEVELAND, William S.; McRAE, Jean E.; TERPENNING, Irma. STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on Loess. **Journal of official statistics**, v. 6, n. 1, p. 3-73, 1990. Disponível em: <www.wessa.net/download/stl.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

COFEN – Conselho Federal de Enfermagem. Decisão COFEN-244/2016. Aprova o Parecer de Conselheiros Nº 259/2016 e revoga expressamente o Parecer Normativo Nº 001/2013/COFEN. Brasília/DF: COFEN; 2016.

COFEN – Conselho Federal de Enfermagem. Parecer Normativo Nº 001/2013/COFEN. Legislação profissional. Competência do enfermeiro para realizar teste rápido para detecção de HIV, sífilis e outros agravos. Brasília/DF: COFEN; 2013.

DIAS, B. R. L. Os determinantes sociais, a infecção pelo HIV e a Aids em uma capital na Amazônia brasileira: análise espacial e temporal [dissertação]. [Belém]: Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal do Pará, Mestrado Acadêmico em Enfermagem; 2021. 111f.

DIAS, Ricardo Cunha; SEIXAS, Paulo Castro. Territorialização de Políticas Públicas, Processo ou Abordagem? **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, n. 55, p. 47-60, 2020. Disponível em: <<http://review-rper.com/index.php/rper/article/view/9>>. Acesso em: 5 out 2021.

FONTES, Miguel Barbosa *et al.* Fatores determinantes de conhecimentos, atitudes e práticas em DST/Aids e hepatites virais, entre jovens de 18 a 29 anos, no Brasil. **Ciênc. Saúde Colet.**, v. 22, p. 1343-1352, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232017224.12852015>>. Acesso em: 19 jan 2021.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Plano Estadual de Saúde 2016–2019**. Belém, PA. 2016. Disponível em: https://www.conass.org.br/pdf/planos-estaduais-de-saude/PA_Plano-estadual-saude-2016-2019.pdf. Acesso em: 13 abr. 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Pará – SESPA (Belém, PA). **Regiões de Saúde do Estado do Pará**, Belém, 2020. Escalas variam. Disponível em: <http://www.saude.pa.gov.br/download/regioes-de-saude/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

GUERRERO, Victor M. Time-series analysis supported by power transformations. **Journal of forecasting**, v. 12, n. 1, p. 37-48, 1993. Disponível em: <doi.org/10.1002/for.3980120104>. Acesso em: 24 mar. 2021.

HAVLIR, D., LOCKMAN, S., AYLES, H., LARMARANGE, J., CHAMIE, G., GAOLATHE, T., ... & (Universal Test, Treat Trials) UT3 Consortium. (2020). What do the Universal Test and Treat trials tell us about the path to HIV epidemic control?. *Journal of the International AIDS Society*, 23(2), e25455. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jia2.25455>>. Acesso em: 30 jun 2022.

HYNDMAN, R.J., & ATHANASOPOULOS, G. *Forecasting: principles and practice*, **OTexts**: Melbourne, Australia, 2018 (2Ed.). Disponível em: <OTexts.com/fpp2>. Acesso em: <01 jan 2021>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal IBGE Cidade@ [site]. Disponível em: www.ibge.gov.br/cidade@. Acesso em: 13 abr. 2020.

IER. Instituto Edson Royer [internet]. Novo Progresso; 2022. Disponível em: <https://prosas.com.br/empreendedores/52946-instituto-edson-royer?locale=en>. Acesso em: 17 mar 2022.

KHALIFA, Aleya *et al.* Demographic change and HIV epidemic projections to 2050 for adolescents and young people aged 15-24. **Global health action**, v. 12, n. 1, p. 1662685, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/16549716.2019.1662685>>. Acesso 10 jul 2021.

KIKVIDZE, T. et al. HIV AND STI RISK FACTORS AMONG GEORGIAN YOUTH. **Georgian Medical News**, n. 322, p. 7-12, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35134751/>. Acesso em: 14 mar 2022.

KRIEGER, Nancy. A glossary for social epidemiology. **J Epidemiol Community Health**. v. 50, n. 10, p. 693–700, 2001. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1136/jech.55.10.693>>. Acesso em: 05 out 2021.

KULLDORFF, Martin; Tradução de Alessandra Cristina Guedes Pellini. **SaTScan™ Manual do Usuário para versão 9.4**, 2016. Disponível: <www.satscan.org>. Acesso em: 01 mar. 2021.

LEON, C., KOOSSED, T., PHILIBERT, B. *et al.* HIV/AIDS health services in Manaus, Brazil: patient perception of quality and its in-fluence on adherence to antiretroviral treatment. *BMC*

Health Serv Res 19, 344 (2019). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12913-019-4062-9>. Acesso em: 30 jun 2022.

LOGIE, Carmen H. et al. Intersecting stigma and HIV testing practices among urban refugee adolescents and youth in Kampala, Uganda: qualitative findings. **Journal of the International AIDS Society**, v. 24, n. 3, p. e25674, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jia2.25674>. Acesso em: 15 mar 2022.

MACQUEEN, Kathleen M. Young people, HIV, and life goals. **Journal of the International AIDS Society**, v. 20, n. 1, 2017. Disponível em: < doi.org/10.7448/IAS.20.1.22267 >. Acesso em: 03 abr. 2021.

MANDA, Samuel; HAUSHONA, Ndamonaonghenda; BERGQUIST, Robert. A Scoping Review of Spatial Analysis Approaches Using Health Survey Data in Sub-Saharan Africa. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.17, 2020. Disponível em: <doi.org/10.3390/ijerph17093070>. Acesso em: 03 abr. 2021.

MELO, Eduardo Alves; MAKSUD, Ivia; AGOSTINI, Rafael. Cuidado, HIV/Aids e atenção primária no Brasil: desafio para a atenção no Sistema Único de Saúde?. **Rev Panam Salud Publica**, v. 42, p. e151, 2018. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.26633/2FRPSP.2018.151> >. Acesso em: 7 jun 2021.

MIRANDA, Rogério Rego. O agronegócio no Sudeste Paraense e as relações de trabalho. **Revista Georaguaiá**, v. 9, n. 2, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/7607>. Acesso em: 10 mar 2022.

MITCHELL, Andy. The ESRI Guide to GIS Analysis. **ESRI Press**, v.2, 2005.

MITTLER, John E. et al. Large benefits to youth-focused HIV treatment-as-prevention efforts in generalized heterosexual populations: An agent-based simulation model. **PLoS computational biology**, v. 15, n. 12, p. e1007561, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007561>. Acesso em: 17 mar 2022.

MITZEL, Luke D.; VANABLE, Peter A.; CAREY, Michael P. HIV-related stigmatization and medication adherence: Indirect effects of disclosure concerns and depression. **Stigma and health**, v. 4, n. 3, p. 282, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/sah0000144>. Acesso em: 15 mar 2022.

MIYAMURA, K.; FHON, J.R.S.; BUENO, A.A.; FUENTES-NEIRA, W.L.; SILVEIRA, R.C.C.P.; RODRIGUES, R.A.P.. Frailty syndrome and cognitive impairment in older adults: systematic review of the literature. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**. 2019;27:e3202. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.3189.3202>. Acesso em: 15 abr. 2020.

MULEIA, Rachid; BOOTHE, Makini; LOQUIHA, Osvaldo; AERTS, Marc; FAES, Christel. Spatial Distribution of HIV Prevalence among Young People in Mozambique. **Int. J. Environ. Res. Public Health**. v.17, n.3, 2020. Disponível em: <doi.org/10.3390/ijerph17030885>. Acesso em: 03 abr. 2020.

MUNN, Z.; MOOLA, S.; LISY, K.; RIITANO, D.; TUFANARU, C. Chapter 5: Systematic reviews of prevalence and incidence. In: AROMATARIS, E.; MUNN, Z (Editors). **Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual**. The Joanna Briggs Institute, 2017. Disponível em: <https://reviewersmanual.joannabriggs.org/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

NAKAZWE, Chola *et al.* Contrasting HIV prevalence trends among young women and men in Zambia in the past 12 years: data from demographic and health surveys 2002–2014. **BMC infectious diseases**, v. 19, n. 1, p. 1-9, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12879-019-4059-3>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

NUTOR, J. J., DUAH, H. O., AGBADI, P., DUODU, P. A., & GONDWE, K. W. Spatial analysis of factors associated with HIV infection in Malawi: indicators for effective prevention. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09278-0>. Acesso em: 17 mar 2022.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Comissão para os Determinantes Sociais da Saúde. **Redução das desigualdades no período de uma geração: Igualdade na saúde através da acção sobre os seus determinantes sociais**, 2008. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241563703>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Health inequities and their causes**, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/health-inequities-and-their-causes>. Acesso em: 05 out. 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Global AIDS Strategy 2021-2026 — End Inequalities. End AIDS**. 2021. Disponível em: <<https://www.unaids.org/en/resources/documents/2021/2021-2026-global-AIDS-strategy>>. Acesso em: 14 ago 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 05 out 2021.

Ooms, G., & Kruja, K. (2019). The integration of the global HIV/AIDS response into universal health coverage: desirable, perhaps possible, but far from easy. *Global Health*, 15(1), 1-15. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12992-019-0487-5>

PEREIRA, Gerson Fernando Mendes et al. Decline in reported AIDS cases in Brazil after implementation of the test and treat initiative. **BMC Infectious Diseases**, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4018-z>. Acesso em: 17 mar 2020.

PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. AtlasBR [internet]. PNUD; 2022. [acessado em 10 mar 2022]. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>

RICHARDS P, VANWEY L. Where Deforestation Leads to Urbanization: How Resource Extraction is Leading to Urban Growth in the Brazilian Amazon. *Ann Assoc Am Geogr*. 2015 Jul 1;105(4):806-823. Disponível em: 10.1080/00045608.2015.1052337>. Acesso em: 30 jun 2022.

ROSÁRIO, R. R. do .; BARBOSA, M. T. .; CARNEIRO, F. da S. .; COSTA, M. do S. S. . Land use and occupancy in the municipality of new progress in the State of Pará-Brazil. **Research**,

Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e51210112060, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12060>. Acesso em: 10 mar 2022.

ROTHMAN, Kenneth J.; GREENLAND, Sander; LASH, Timothy L; Tradução

SAFFIER, Igor Pedrosa; KAWA, Hélia; HARLING, Guy. A scoping review of prevalence, incidence and risk factors for HIV infection amongst young people in Brazil. **BMC infectious diseases**, v. 17, n. 1, p. 1-13, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12879-017-2795-9>>. Acesso em: 6 ago 2021.

SANTOS, Milton. Territorio y movimientos sociales. **Revista OSAL – Observatorio Social de America Latina**, Buenos Aires, v. 6, n. 16, jun. 2005. Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2021.

SHAORONG, Wang.; JUNJIE W.; PENG X.; WANTING L.; MENGJIE H. Spatial Analysis of HIV/AIDS Cases Among Out-of-School Youth Aged 15–24 Years—China, 2010–2020. **China CDC Weekly**, v. 3, n. 48, p. 1015, 2021. Disponível em: doi: 10.46234/ccdcw2021.247. Acesso em: 10 mar 2022.

SOUZA, Douglas Pereira de, *et al.* Desenvolvimento urbano e saúde pública: impactos da construção da UHE de Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v46i0.56040>. Acesso em: 17 mar 2022.

TAQUETTE, Stella Regina *et al.* A epidemia de AIDS em adolescentes de 13 a 19 anos, no município do Rio de Janeiro: descrição espaço-temporal. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, p. 467-470, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0037-86822011000400013>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNAIDS. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. **90-90-90 Uma meta ambiciosa de tratamento para contribuir para o fim da epidemia de AIDS**. Geneva: UNAIDS; 2015. Disponível em: https://unaid.org.br/wp-content/uploads/2015/11/2015_11_20_UNAIDS_TRATAMENTO_META_PT_v4_GB.pdf. Acesso em: 10 Mar 2022.

UNAIDS – Organização das Nações Unidas. Estatísticas. **UNAIDS Brasil [site]**: Brasília, 1 ago. 2020. Disponível em: <<https://unaid.org.br/estatisticas/>>. Acesso em: 1 jan 2021.

UNAIDS. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. **Young People And HIV**. Geneva: UNAIDS; 2021. Disponível em: https://www.unaid.org/sites/default/files/media_asset/young-people-and-hiv_en.pdf. Acesso em: 10 Mar 2022.

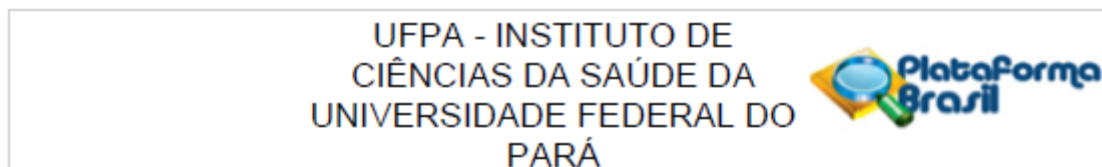
WANG, Haidong *et al.* The use of geosocial networking smartphone applications and the risk of sexually transmitted infections among men who have sex with men: a systematic review and meta-analysis. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12889-018-6092-3>>. Acesso em: 8 ago 2021.

WATERFIELD, Kristie C. *et al.* Consequences of COVID-19 crisis for persons with HIV: the impact of social determinants of health. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10296-9>. Acesso em: 10 mar 2022.

WU, Chenyao *et al.* Impact of immediate initiation of antiretroviral therapy among men who have sex with men infected with HIV in Chengdu, southwest China: trends analysis, 2008–2018. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10580-8>. Acesso em: 15 mar 2022.

ZHANG, Xiayan *et al.* The HIV/AIDS epidemic among young people in China between 2005 and 2012: results of a spatial temporal analysis. **HIV medicine**, v. 18, n. 3, p. 141-150, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/hiv.12408>>. Acesso em: 10 jul 2021.

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Diagnóstico Situacional das Infecções Sexualmente Transmissíveis no Contexto Amazônico: Análise Geoespacial, Rastreamento e Desenvolvimento de Tecnologias Cuidativas Educacionais

Pesquisador: Elia Pinheiro Botelho

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 10821819.0.0000.0018

Instituição Proponente: Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará - ICS/ UFPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.488.663

Apresentação do Projeto:

Este projeto busca realizar um diagnóstico situacional das Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs) no Contexto Amazônico nas comunidades ribeirinha paraenses e comunidades periféricas, com o objetivo de (i) realizar geoprocessamento dos casos novos de HIV/aids e de sífilis no período de 2007 a 2016 do banco de dados do SINAN da SESP/PA; (ii) realizar testagem rápida para HIV, sífilis, hepatite B e Hepatite C, (iii) letramento em saúde (LS) sobre as ISTs nessa população e (iv) elaborar uma tecnologia educacional após o diagnóstico situacional.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Estabelecer e analisar o diagnóstico situacional das infecções sexualmente transmissíveis no contexto amazônico e elaborar intervenções educacionais com vistas a promover a diminuição das taxas de prevalência das IST em populações amazônicas paraenses.

Objetivo Secundário: i) Analisar a expressão geográfica da sífilis e do HIV/aids no Pará, período de 2009 - 2016 (10 anos), correlacionando com variáveis geoespaciais e socioeconômicas das pessoas detentoras dessas ISTs; ii) Avaliar prevalência de HIV-1, HIV-2, HBV, HCV e sífilis por testagem rápida; iii) Identificar o nível de conhecimento e de letramento em saúde acerca das ISTs de estratos populacionais em torno da metrópole belenense com maior incidência das infecções

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.

Bairro: Guamá

CEP: 66.075-110

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-7735

Fax: (91)3201-8028

E-mail: cepccs@ufpa.br

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



Continuação do Parecer: 3.488.663

supracitadas; iv) Desenvolver tecnologias cuidativas educacionais para intervenções segundo necessidades diagnosticadas nos estratos populacionais com maior incidência das IST.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Primeiramente, os potenciais riscos para os participantes da pesquisa envolvem questões psicológicas, sociais e morais, uma vez que podem acarretar em alterações emocionais, stress, invasão de privacidade, constrangimento, desconforto e cansaço ao responderem aos questionamentos e quanto a realização dos testes. Em segundo lugar, a preservação da identidade e dados dos participantes, porém, cada participante receberá um código aleatório conforme demanda espontânea.

Em terceiro lugar, o risco de ocorrerem problemas durante a coleta de amostra de sangue periférica relacionadas ao participante e aos profissionais que irão fazer a coleta. Este risco será superado pelo uso de lancetas automáticas na coleta, precauções padrão e descarte de material adequadamente. Os profissionais envolvidos na coleta de amostras são capacitados para tal e possuem experiência.

Benefícios: Quanto aos benefícios, considera-se a magnitude da pesquisa como essencial a avaliação de ISTs mais prevalentes nessa população cujas publicações sobre o tema são reduzidas embora tamanha relevância diante do cenário exponencial das ISTs no Estado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O protocolo encaminhado trata de uma emenda com a justificativa de modificações no TCLE com endereço retificado conforme recomendação do parecer 3.331.577.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados contemplam os sugeridos pelo sistema CEP/CONEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos pela aprovação do protocolo. Este é nosso parecer, SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá CEP: 66.075-110
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735 Fax: (91)3201-8028 E-mail: cepocs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 3.488.663

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_136038_0_E1.pdf	20/05/2019 09:45:29		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE200519.docx	20/05/2019 09:44:47	Aline Maria Pereira Cruz Ramos	Aceito
Outros	EMENDANOVOTCLE.docx	20/05/2019 09:41:31	Aline Maria Pereira Cruz Ramos	Aceito
Folha de Rosto	FRass.pdf	29/03/2019 16:43:14	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	responsabilidade.pdf	29/03/2019 15:55:17	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	onusass.pdf	29/03/2019 15:55:04	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	consuenteimentoUFPA.pdf	29/03/2019 15:54:42	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	AOCEP.pdf	29/03/2019 15:52:16	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetosubmetido.pdf	27/03/2019 15:43:55	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	entrega.docx	27/03/2019 14:40:40	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	encaminhamento.docx	27/03/2019 14:32:15	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	formulario.docx	27/03/2019 14:31:47	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	questionarioLS.docx	27/03/2019 14:31:19	Elia Pinheiro Botelho	Aceito
Outros	prefeitura.pdf	27/03/2019 14:30:53	Elia Pinheiro Botelho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 06 de Agosto de 2019

Assinado por:

**Wallace Raimundo Araujo dos Santos
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá CEP: 66.075-110
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735 Fax: (91)3201-8028 E-mail: cepccs@ufpa.br

APÊNDICE A:

**Article – Temporal and Spatial Analysis Techniques as
Potential Tools on Combating HIV Epidemic among
Young Brazilian Amazon People: An Ecological Study**



Article

Temporal and Spatial Analysis Techniques as Potential Tools on Combating HIV Epidemic among Young Brazilian Amazon People: An Ecological Study

Andrey Oeiras Pedroso¹, Dulce Gomes², Sara Melissa Lago Sousa¹, Glenda Roberta Oliveira Naiff Ferreira¹, Aline Maria Pereira Cruz Ramos¹, Sandra Helena Isse Polaro¹, Laura Maria Vidal Nogueira³ and Eliã Pinheiro Botelho^{1,*}

¹ Federal University of Pará, Brazil; andrey.pedroso@ics.ufpa.br (A.O.P.); sara.sousa@ics.ufpa.br (S.M.L.S.); glendaf@ufpa.br (G.R.O.N.F.); nurse.alinecruz@gmail.com (A.M.P.C.R.); shpolaro@ufpa.br (S.H.I.P.)

² University of Évora, Portugal; dmog@uevora.pt

³ State University of Pará, Brazil; lauramavidal@gmail.com

* Correspondence: ebotelho@ufpa.br

Abstract: The main goal of this study was to analysis temporally and spatially the HIV epidemic among young people living in Pará, Brazil, 2007-2018. For the temporal analysis we employed an integrated autoregression of moving averages model associated with the seasonal-trend by LOESS decomposition method, which allowed predictions to be made. In the spatial analysis, the techniques of autocorrelation, spatial and spatio-temporal risk analysis, and geographically weighted regression were used. During the study period, there were 8,143 notifications of HIV/AIDS cases. The temporal prediction indicated a trend of growth in the incidence rate among the 20-24-year-old group from January 2019 to December 2022 and of stability in the 15 to 19 and 25 to 29 aged groups. There was a territorial expansion of the HIV epidemic in Pará. Novo Progresso and the Metropolitan Region of Belém (RMB) were the zones with the higher spatial and spatio-temporal risk for HIV. The social determinants Basic Education Development Index, number of physicians per 10,000 inhabitants, and municipal high school abandonment rate in the municipalities were associated with the risk to HIV/AIDS among young people in Pará. To eliminate HIV among young people in Pará the access to treatment, diagnosis and preventive healthcare services should be expanded. Sexual and reproductive health education should be reinforced in schools and communities. Furthermore, it is necessary to promote the social equity and fight HIV stigma.

Citation: Pedroso, A.O.; Gomes, D.; Sousa, S.M.L.; Ferreira, G.R.O.N.; Ramos, A.M.P.C.; Polaro, S.H.I.; Nogueira, L.M.V.; Botelho, E.P. **Temporal and Spatial Analysis Techniques as Potential Tools on Combating HIV Epidemic among Young Brazilian Amazon People: An Ecological Study.** *Trop. Med. Infect. Dis.* **2022**, *7*, x.

<https://doi.org/10.3390/xxxxx>

<https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Academic Editor(s):

Received: date

Accepted: date

Published: date

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords: HIV. Spatial Analysis. Spatiotemporal Analysis. Social Determinants of Health. Adolescent Young Adult

1. Introduction

Globally, it is estimated that 3,400,000 million [95% confidence interval = 2,000,000–4,900,000] young people live with human immunodeficiency virus (HIV), which causes acquired human immunodeficiency syndrome (AIDS). Although the number of new infections in young people (15-24 years) has decreased by 46% between 2010 and 2019 [1], the problem persists. Of every seven new HIV infections in 2019, two were in young people. While in some regions the rate of HIV detection among young people has decreased (i.e., east and south of the African continent), in others it has increased (i.e., Eastern Europe, Central Asia, Middle East, North Africa, and Latin America). Such disparity shows that much needs to be done to eliminate HIV among young people by 2030, as proposed by the United Nations (UN) through its 90-90-90 goal [1,2].

In Brazil, every person aged 15 to 29 years is considered young [3]. In this age group from 2010 to 2020, the detection rate of new HIV infections increased 29% in the age group of 15 to 19 years (4.1–5.3) and 20.2% among people aged 20–24 years (23.2–27.9). Although there was a decrease of 4.84% among people aged 25 to 29 years (45.4–43.2), this group had the highest detection rate of all age groups [4]. In Brazil, the North region had the higher percentual increase (60.62%) of HIV/AIDS incidence rate between 2009 and 2019 among the young people (Fig. S1).

Many behavioural factors are associated with the risk of HIV infection among young people, such as the earlier initiation of sexual life, the inconsistent use of condoms, multiple sexual partnerships, the use of smartphone applications for geosocial networks, and behaviour-modifying substances [5,6,7]. However, attributing blame only to these factors is a mistake because the behaviours are shaped by the social determinants of health (SDH). SDH are socioeconomic, cultural, psychological, and/or behavioural factors that influence the occurrence of health problems and their risk factors in the population of a given territory [5,8]. In studying the HIV epidemic, it is necessary to understand the impact of SDH on the specific geography/territory to implement focussed and efficient health actions [5]. Spatial and temporal analysis techniques are useful in this task. Spatial analysis techniques allow us to visualize the territories with the greatest epidemiological pressures and correlate the specific problem with territorial SDH. Temporal analysis allows us to assess the impact of public policies aimed at combating the disease [9,10,11].

A mapping of the literature identified only six studies that used purely spatial and/or spatiotemporal analysis techniques to study the HIV epidemic in young people [7,12,13,14,15,16]. None of these studies applied geographically weighted regression (GWR), an analytical technique used to identify the SDH influencing the HIV epidemic. There was also no temporal study with forecasting applied. In addition, the temporal studies were focused only in the annual variation of the incidence rates leaving aside important components of a time series like as seasonality and breakpoint changes [12–14–15]. While the breakpoint, or inflection point, analysis shows the exact time point when a time series changes behavior, the seasonality analysis shows the periodicity of the time series fluctuations. These two components are essential to evaluate public policies and to identify sociopolitical and economic factors associated with the studied phenomenon.

Thus, the objective of this study is to temporally and spatially analyse the HIV epidemic among young people in the state of Pará, Brazil. Additionally, considering that in Brazil the age groups of 15–19, 20–24, and 25–29 years have different behaviour patterns related to the detection rate of HIV/AIDS, we decided to analyse each age group individually.

2. Methods

2.1. Study settings

This is an ecological study in which secondary data from cases of HIV/AIDS reported to the Notifiable Diseases Information System (Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)) between 2007 and 2018 and released by the Public Health Secretariat of the State of Pará were used. The choice of the period 2007 to 2018 aimed at a broad evaluation of possible changes in the pattern of the HIV/AIDS epidemic among the young population after the implementation of the public policies 'Treatment for All People as Prevention' (*TasP*) and the start of compulsory notification of HIV infection, both in 2014 [17,18].

The study area was the territory of the state of Pará, the second-largest Brazilian state by land area: 1,247,689.515 km², divided into 144 municipalities, 06 mesoregions (Fig. 2), and with a projected population of 8,602,865 in 2019, of whom 31.5% live in rural areas [19]. Additionally, Pará has the third-largest youth population in Brazil, 35.5% of its population in 2020 [17,18]. Pará has the third-lowest human development index (HDI) in Brazil (0.646) and a high income distribution inequality (Gini coefficient: 0.6260) [20]. The

state is characterized by densely forested areas with low population density and a rainy climate, its highest concentration of health services being in urban areas, which hinders the access of the rural population due to the accessibility only by boat and the long travel times [21].

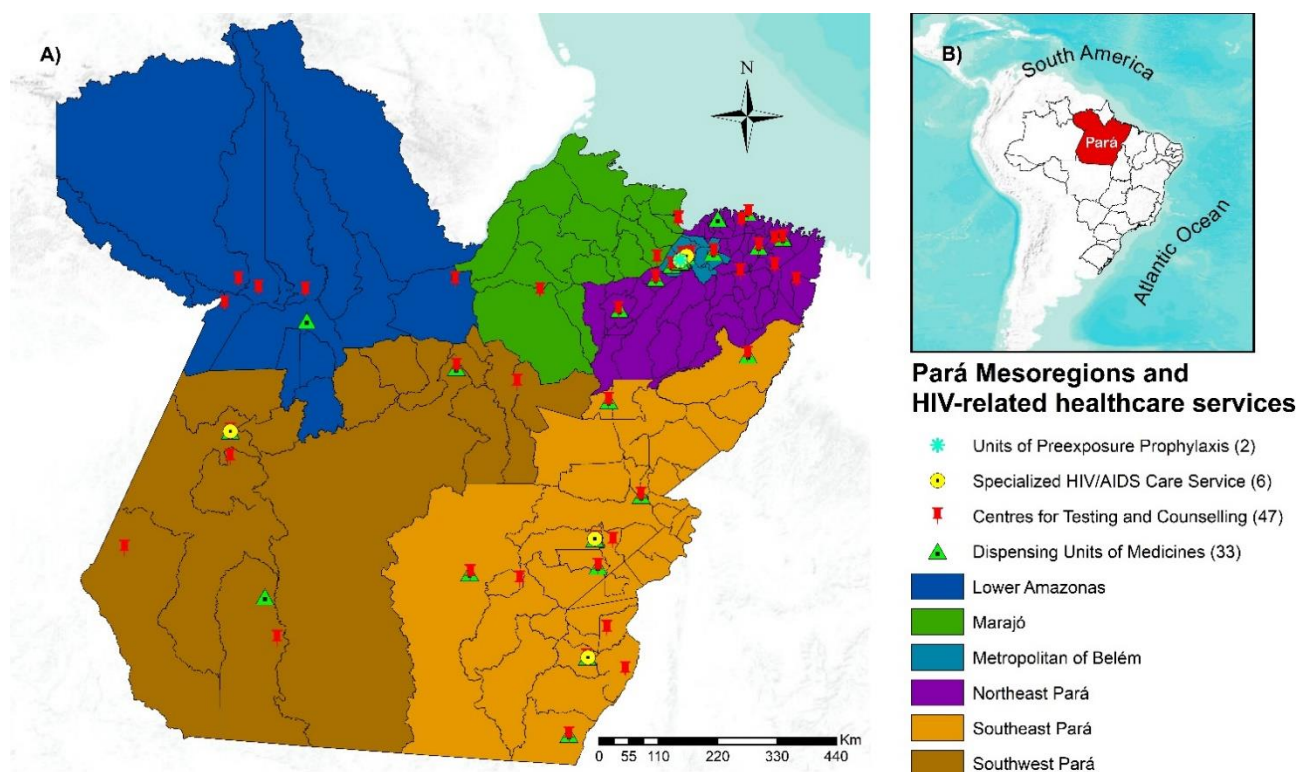


Figure 1. Geographic location of the state of Pará and its mesoregions. (A) Pará State divided into six political mesoregions and HIV-related healthcare services; (B) Spatial localization of Pará in Brazil, 2022. Legend: ArcGIS software, version 10.5. Redlands, CA, USA: Environmental Systems Research Institute, Inc.

With regard to policies to combat HIV, Pará has insufficient resources, with only 33 Dispensing Units of Medicines located in 28 municipalities [22], six units of Specialized HIV/AIDS Care Service, 47 centres for testing and counselling, and two units of preexposure prophylaxis in the capital [23]. In 2019, Pará and its capital, Belém, were the fourth-leading state and third-leading Brazilian capital, respectively, in HIV detection rate (2019 Epidemiological Bulletin).

2.2. Study data set

The study population consisted of all cases of HIV/AIDS in young people from Pará notified in SINAN between 2007 and 2018. Only the reports of young people aged 15 to 29 years residing in municipalities in Pará were included in the study.

The following variables were collected: diagnosis (HIV or AIDS); date of diagnosis; age; sex; race/colour; education level; municipality of residence; zone; and exposure category. The data were placed in a Microsoft Excel spreadsheet, version 16.0 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), grouped by municipality, and double-checked. The incidence rate was calculated by dividing the number of reports of HIV/AIDS in young people by the young population living in the respective municipalities and the years. The results were multiplied by 100,000. The total population of each municipality was that estimated by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)) for 2011–2018 or 2007–2010 from the last Brazilian demographic census.

For the GWR analysis, the variables collected on the website of the Amazon Foundation for Studies and Research (FAPESPA) (17) were used and categorized into the following dimensions: education, social inclusion, labour market, health, safety (Table S1).

2.3. Statistical methods

2.3.1. Temporal analysis

In the temporal analysis, we considered the monthly HIV/AIDS incidence rate. For the calculation, the number of monthly HIV/AIDS cases was divided by the number of young people living there in the respective year.

Temporal analysis was done employing Seasonal and Trend decomposition using Loess Forecast (STLF) method [24-25]. The STLF applies an STL decomposition, models the seasonally adjusted data, and, with the information of the decompositions, makes future predictions considering that the parameters observed in the decomposition are repeated in the forecasts. The greater advantage of this approach is to make accurate long-terms predictions when compared to ARIMA.

Temporal analysis was performed with the free software RStudio, version 1.3.1093 (© RStudio, PBC. All Rights reserved, Boston, MA, USA, <https://rstudio.com/>) using the LOESS forecasting model (STLF) [24,26]. The breakpoints and their confidence intervals in the monthly series were also calculated. In software R, a regression calculates the ideal breakpoints in the times series and the confidence intervals [27].

2.3.2. Spatial analysis

For the spatial analysis, all the cartographic bases used were obtained from the open-access website of the Brazilian Institute of Geography and Statistics and were georeferenced in the universal Mercator projection, zone 22 S, Datum SIRGAS 2000 (Official Datum of Brazil).

ArcGIS software, version 10.5 (ESRI, Redlands, CA, USA), was used for spatial distribution and autocorrelation. Here, the HIV/AIDS incidence rate in young people for four-year period was used: 2007-2010, 2011-2014 and 2015-2018. This was done to avoid annual fluctuations in the rate. For the calculation, the number of cases in the quadrennium was divided by the average population of young people in the period. The result was multiplied by 100,000.

The global Moran index (I) was calculated for each quadrennium and age group. In this analysis, the queen-type matrix was adopted, with the criterion for defining the neighborhood the contiguity of edges and nodes and 999 permutations. Only the I values with statistical significance ($p < 0.05$) were considered spatial correlations [28]. Following, the local indicators of spatial association (LISA) method was applied to the visualize the clusters categorized high-high or low-low values (HH or LL, respectively); low-high or high-low values (LH or HL, respectively) [29,30].

For the analysis of spatial and spatiotemporal risk to HIV, a spatial and spatiotemporal scan analysis was used employing the software SaTScan™, version 9.7 (developed by Martin Kulldorff in conjunction with Information Management Services Inc. Ltd., Boston, MA, USA) [31]. To calculate the spatial risk, the following criteria were applied: the clusters could not be geographically overlapped, they must have a maximum size equal to 50% of the exposed population, and there were 999 replicates. For the spatiotemporal risk analysis, the same criteria were used, except that the maximum temporal size of the cluster was considered 50% of the study period. Any relative risk (RR) ≥ 1 with $p < 0.05$ was considered a risk [31]. The confidence intervals for each RR were calculated in R as described [32].

Finally, GWR was performed in MGWR, version 2.2 (ABOR, Phoenix, AZ, USA). First, a linear regression was performed to select the independent variables (SDH) that were correlated with the dependent variable, the HIV/AIDS incidence rate for the 12 years of the study. Next, only the correlations with $p < 0.05$ were analyzed using the ordinary

least squares (OLS) method to estimate the model parameters. The generated models were then evaluated for multicollinearity and only the models with an inflation variance factor (VIF) less than 7.5 were considered. The best explainable model was the one having the higher R^2 , adjusted R^2 and smaller Akaike information criterion value ($p < 0.05$). After discarding the spatial dependency of the residuals of the chosen model, the model was evaluated in the GWR [33]. For the GWR, the bandwidth of kernel type was chosen based on lower corrected AIC (AICc) with the lowest AICc was selected. The R^2 , adjusted R^2 , AIC, and AICc values were used to compare OLS and GWR models [34].

2.4. Ethics

This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of the Institute of Health Sciences of the Federal University of Pará under Opinion number: 3,488,663.

3. Results

Between 2007 and 2018, 8,166 new cases of HIV infection were reported in young people aged 15 to 29 years in Pará, Brazil. Twenty-three notifications were excluded, 11 for having no home address in Pará and 12 for being duplicates. Thus, the study population consisted of 8,143 reported cases.

The study population consisted mainly of the 25-29-year age group (47.97%), men (66.46%), people of brown race (76.95%), people with elementary education (36.26%), and people living in urban areas. (85.20%). The highest number of cases was in the heterosexual exposure category (54.41%) (Table 1).

Variables	15-19 Years (n=1,055)		20-24 Years (n=3,182)		25-29 Years (n=3,906)		15-29 Years (N=8,143)	
		%		%		%		%
Gender								
Male	595	56.40	2,185	68.67	2,632	67.38	5,412	66.46
Female	459	43.51	996	31.30	1,272	32.57	2,727	33.49
Not answered	1	0.09	1	0.03	2	0.05	4	0.05
Race/skin color								
White	103	9.76	305	9.59	356	9.11	764	9.38
Black	42	3.98	159	5.00	232	5.94	433	5.32
Yellow	15	1.42	20	0.63	15	0.38	50	0.61
Blown	825	78.20	2,440	76.68	3,001	76.83	6,266	76.95
Native indian	3	0.28	17	0.53	17	0.44	37	0.45
Not answered	67	6.35	241	7.57	285	7.30	593	7.28
Schooling								
Elementary	427	40.47	1,088	34.19	1,438	36.82	2,953	36.26
High School	341	32.32	1,062	33.37	1,143	29.26	2,546	31.27
Graduation	39	3.70	325	10.22	421	10.78	785	9.64
Not answered	248	23.51	707	22.22	904	23.14	1,859	22.83
Living zone								
Urban	912	86.45	2,742	86.17	3,284	84.08	6,938	85.20
Rural	88	8.34	272	8.55	384	9.83	744	9.14
Periurban	16	1.52	16	0.50	35	0.90	67	0.82
Not answered	39	3.70	152	4.78	203	5.20	394	4.84
Exposure category								
Homosexual	311	29.48	1,028	32.31	971	24.86	2,310	28.37
Bisexual	83	7.87	272	8.55	293	7.50	648	7.96
Heterosexual	524	49.67	1,612	50.66	2,295	58.76	4,431	54.41
Blood	-	0.00	7	0.22	10	0.26	17	0.21
Perinatal	31	2.94	52	1.63	57	1.46	140	1.72
Not answered	106	10.05	211	6.63	280	7.17	597	7.33

Table 1. Sociodemographic characteristics of young people notified with HIV/AIDS in Pará, Brazil (2007-2018).

Figure 2A, 2C, and 2E show the time series of incidence rates among young people aged 15-19, 20-24, and 25-29 years, respectively. The highest incidence rates occurred in young people between 25 and 29 years of age.

The breakpoint of the series of 15- to 19-year-olds occurred in September 2015, with an abrupt increase in the HIV/AIDS incidence rate and followed by a downward trend, while in the other two age groups, the break point in the series occurred in June 2014 with the HIV/AIDS incidence starting to increase and following by an upward trend.

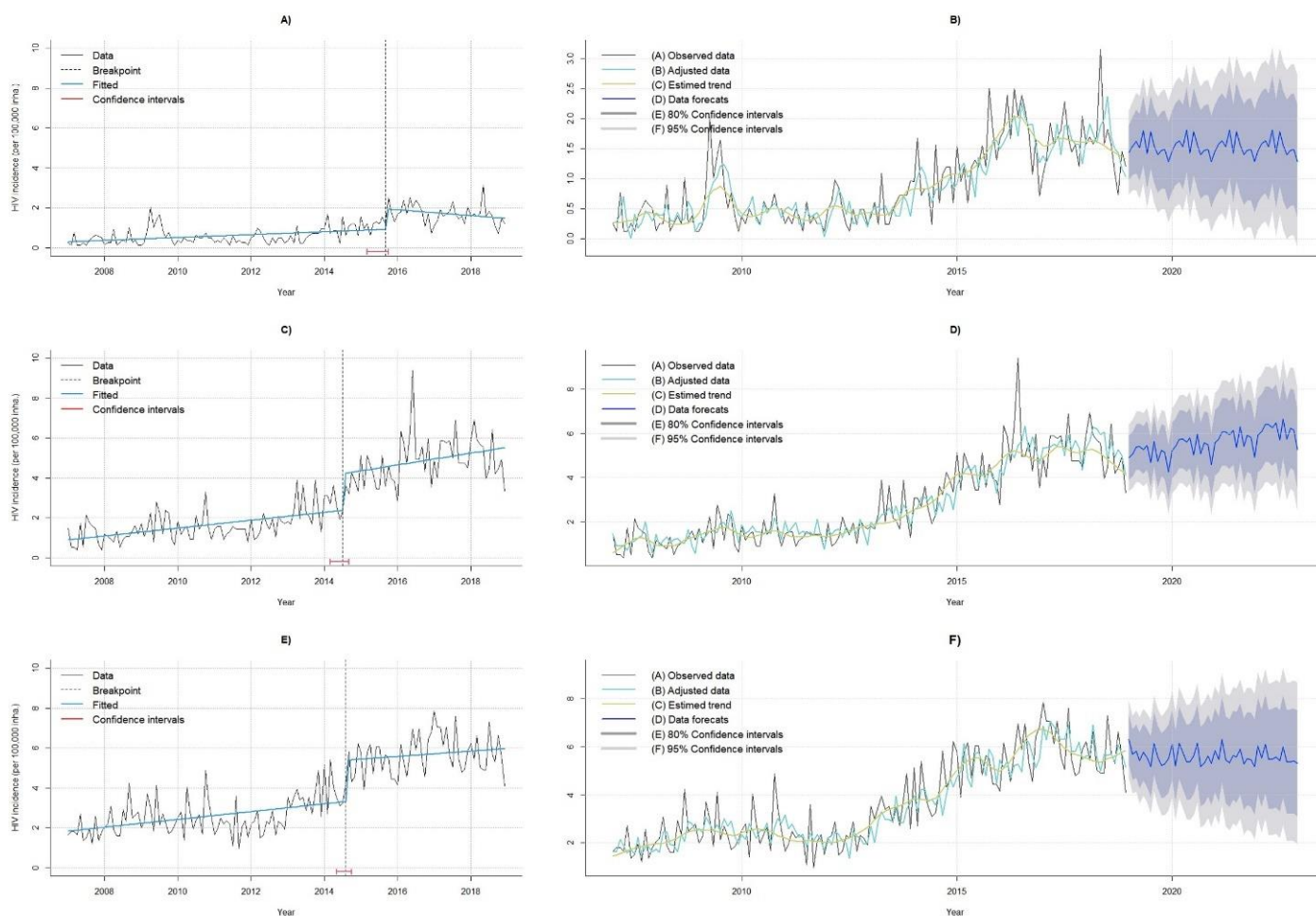


Figure 2. Time series breakpoints of the HIV/AIDS incidence rates in young people in Pará, Brazil (2007-2018), and forecasting projections of the times series from 2019 to 2022, Pará, Brazil. Legend: Figures 2A, 2C and 2E show the time series break points of the HIV/AIDS incidence rates in young people in Pará between 2007 and 2018. The black dashed line shows the time of the break point and red trace the confidence interval. Figures 2B, 2D and 2F show the forecasting projections of the times series from 2019 to 2022 (blue trace). Figures 2A and 2B, 2C and 2D and 2E and 2F shows de results for young people aged 15-19, 20-24 and 25-29 years old, respectively

Table 2 shows residuals and forecasting parameters of the time series. The projection of the temporal behaviour of the HIV/AIDS incidence rate from 2019 to 2022 between the age groups revealed stability in young people aged 15 to 19 (Fig. 2B) and 25 to 29 years (Fig. 2D), with a chance of error of 45.61% and 19.18%, respectively. In the age group of 20 to 24 years (Fig. 2F), there was a growth trend, with a 26.49% chance of error (Table 2).

Test	15-19 Years	20-24 Years	25-29 Years
	Test Statistic <i>p</i> -value		
Ljung-Box	0.04	< 0.01	0.06
Box-Pierce	0.86	0.91	0.99
Rank test	0.78	0.81	0.78

Turning Point	0.14	0.59	0.02
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)	< 0.01	0.02	< 0.01
Shapiro-Wilk normality test	< 0.01	< 0.01	< 0.01
F test	0.04	0.86	0.79
Model	STL + ARIMA(2,1,1)	STL + ARIMA(0.1,1) with drift	STL + ARIMA(2,1,3)
MAPE	45.61464	26.4993	19.18589
MAE	0.6170666	0.560686	0.6170666
RMSE	0.3519083	0.7553249	0.7946913

Table 2. Residuals and forecasting parameters of the temporal models for HIV/AIDS incidence rates time series, Pará, Brazil (2007-2018).

Figure 3 shows the spatial distribution of the HIV/AIDS incidence rate in young people from Pará. The HIV epidemic expanded territorially in the three age groups, but in young people aged 15 to 19 years, the expansion was lesser. The municipalities with the highest incidence rates were located in the southwest and southeast Pará mesoregions. There was greater expansion in the northeastern and southeastern regions of Pará.

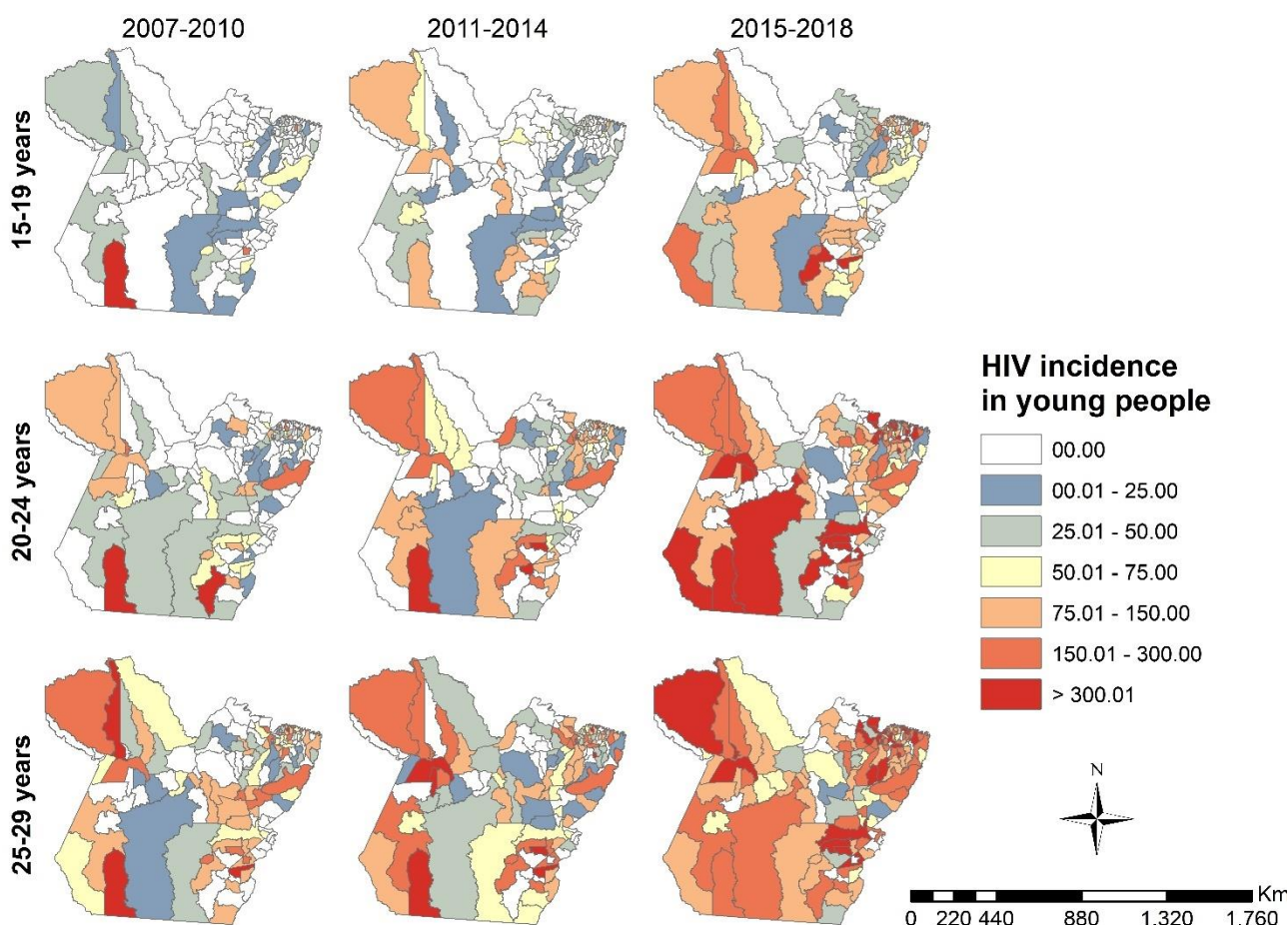


Figure 3. Spatial distribution of the HIV/AIDS incidence rates in young people in Pará for each specific age range (15-19, 20-24, and 25-29 years old) and four-years period (2007-2010, 2011-2014, and 2015-2018), Pará, Brazil (2007-2018). Legend: ArcGIS software, version 10.5. Redlands, CA, USA: Environmental Systems Research Institute, Inc.

The global Moran analysis indicated direct autocorrelation in each age group between 2015 and 2018 (15-19 years: $I = 0.119800, p = 0.01$; 20-24 years: $I = 0.095662, p = 0.04$; 25-29 years: $I = 0.158535, p < 0.01$). The analysis did not show autocorrelation in the quadrennium 2007 to 2010 (15-19 years: $I = -0.009565, p = 0.83$; 20-24 years: $I = -0.013546, p$

= 0.73; 25-29 years: $I = 0.028288$, $p = 0.28$) or 2011 to 2014 (15-19 years: $I = 0.001494$, $p = 0.86$; 20-24 years: $I = 0.013007$, $p = 0.69$; 25-29 years: $I = 0.074896$, $p = 0.10$).

The LISA map revealed low–low incidence clustering in all age groups. The grouping of municipalities with a low–low incidence in people aged 20 to 24 years had the fewest municipalities, namely, Marajó, Lower Amazonas, and Northeastern Pará (Fig. 4B). In contrast, the 15-19 group (Fig. 4A) and the 25-29 group (Fig. 4C) were formed by municipalities of Marajó, Lower Amazonas, Northeast Pará, Southwest Pará, and Southeast Pará.

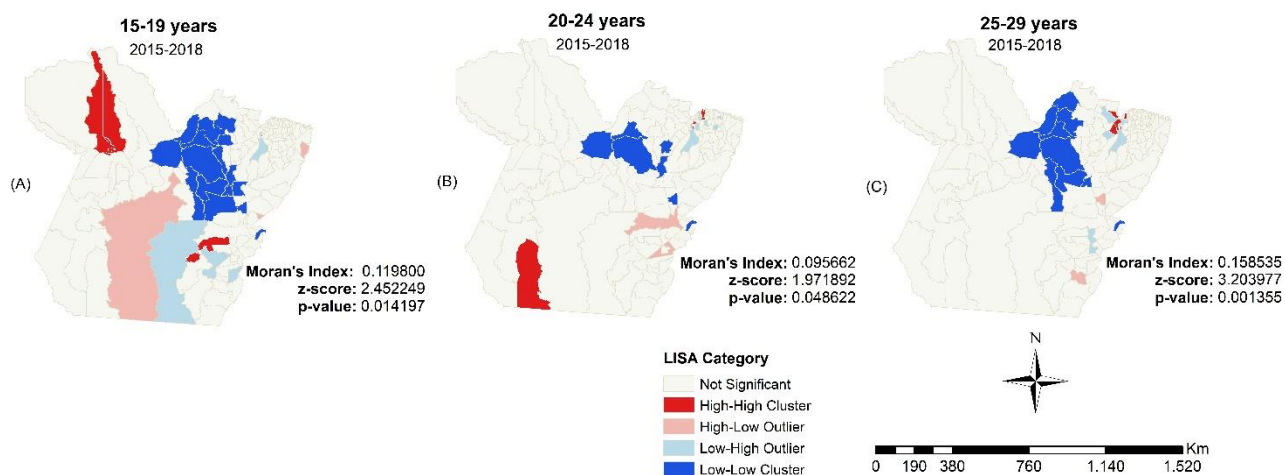


Figure 4. LISA Map of the HIV/AIDS incidence rates between 2015 and 2018 in 15-19 (Fig. 4A), 20-24 (Fig. 4B) and 25-29 years old young people (Fig. 4C) in Pará, Brazil. Legend: ArcGIS software, version 10.5. Redlands, CA, USA: Environmental Systems Research Institute, Inc.

Figure 5 shows the spatial and spatiotemporal risk analysis for HIV among young people. In the age group of 15 to 19 years, four spatial risk zones were found, with the highest spatial and spatiotemporal risk observed in the municipality of Novo Progresso (spatial: $RR = 18.48$, 95% CI = 13.97-23.40, $p < 0.01$; spatiotemporal: $RR = 203.45$, CI = 143.74-267.42, $p < 0.001$, 2009-2009).

Among the 20- to 24-year-olds, there were five spatial risk zones, with the highest RR in the municipality of Novo Progresso ($RR = 8.12$, 95% CI = 6.27-9.74, $p < 0.01$). Regarding the spatiotemporal risk, there was only one risk zone, formed by the municipalities of Marajó, Metropolitan Region of Belém (MRB), and Northeast Pará ($RR = 3.76$, CI = 3.35-3.90, $p < 0.001$, 2014-2018).

Among the young people aged 25 to 29 years, there were three spatial risk zones, the highest risk zone encompassing the municipalities of Marajó, RMB, and Northeast Pará ($RR = 2.34$, 95% CI = 2.17-2.47, $p < 0.01$). There was only one spatiotemporal risk zone, formed by the same three municipalities ($RR = 3.60$, CI = 3.30-3.82, $p < 0.01$, 2014-2018).

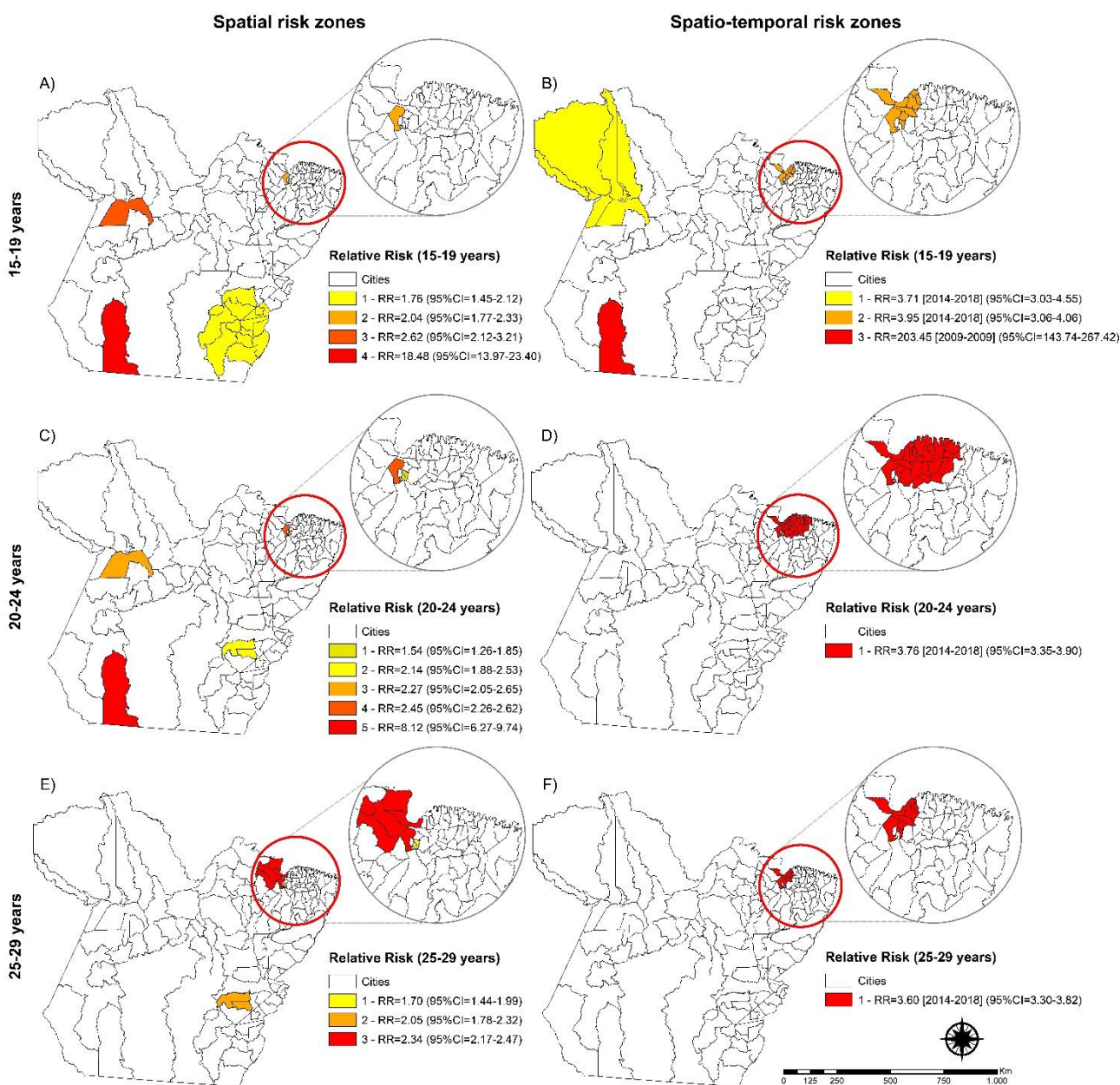


Figure 5. Spatial (Figs. 5A, 5C and 5E) and spatio-temporal risk zones (Figs. 5B, 5D and 5F) for HIV/AIDS among young people in Pará according to age range group: 15-19 (Figs 5A and 5B), 20-24 (Figs. 5C and 5D) and 25-29 years old (Figs. 5E and 5F), Pará, Brazil (2007-2018). Legend: CI, confidence interval; RR, relative risk. ArcGIS software, version 10.5. Redlands, CA, USA: Environmental Systems Research Institute, Inc.

In the GWR, a global regression determined that the best model for the 15- to 19-year-old age group included the Basic Education Development Index (IDEB). For the age groups of 20-24 and 25-29 years, the following variables were added: the variable physicians per 10,000 inhabitants. And for the group 25-29 years, was added the variable “municipal high school abandonment (MHSA) rate in the municipalities – 2018. Table 3 shows that the results obtained through the GWR analysis had better adjustments than the OLS results and that there was no residual autocorrelation.

Analysis	Age group		
	15-19 years	20-24 years	25-29 years
OLS			
AIC	1521,203	1653,173	1637,290

R ²	0.071	0.185	0.246
Adjusted R ²	0.064	0.173	0.230
OLS residues			
Moran's Index	0.029337	0.053157	0.068410
z-score	1.2472656	1.501993	1.590206
p-value	0.21	0.13	0.11
GRW			
AICc	395.724	307.551	355.215
R ²	0.137	0.764	0.635
Adjusted R ²	0.119	0.679	0.523
GWR residues			
Moran's Index	0.023757	-0.006620	0.070442
z-score	1.041916	-0.275607	1.570456
p-value	0.29	0.78	0.11

Table 3. Results of the chosen explicative model in the ordinary least square and in the geographically weighted regressions. Of the analysis of the AICc, R-squared, adjusted R-Squared and residuals of the OLS and GWR models used, according to age group, Pará, Brazil (2007-2018). Legend: AICc, corrected Akaike information criterion; OLS, ordinary least squares; GWR, geographically weighted regression

Figures 6A, 6B, and 6C show the spatial distribution of the independent variables IDEB, physicians per 10,000 inhabitants, and MHSA rates, respectively. Figures 6D, 6F, and 6I show the local coefficients of determinations of regressions (local R²) for young people aged 15-19, 20-24, and 25-29 years old, respectively. Figures 6E, 6G, and 6J show the β coefficients of the influence of "IDEB" on the HIV/AIDS incidence, indicating a higher risk of HIV in municipalities of southwest and southeast Pará associated with high and moderate IDEB, respectively. In municipalities of the northeast and Marajó the risk of HIV was medium and associated with low IDEB. Concerning the "physicians per 10,000 inhabitants", the risk to HIV was only conferred to those young people aged 20-24 and 25-29 years old (Figs. 6H and 6K) in which the municipalities with a low number of physicians having the higher risks. Figure 6L shows the risk of HIV associated with MHSA rates, with an increased risk of HIV in municipalities of southeast having high MHSA rates.

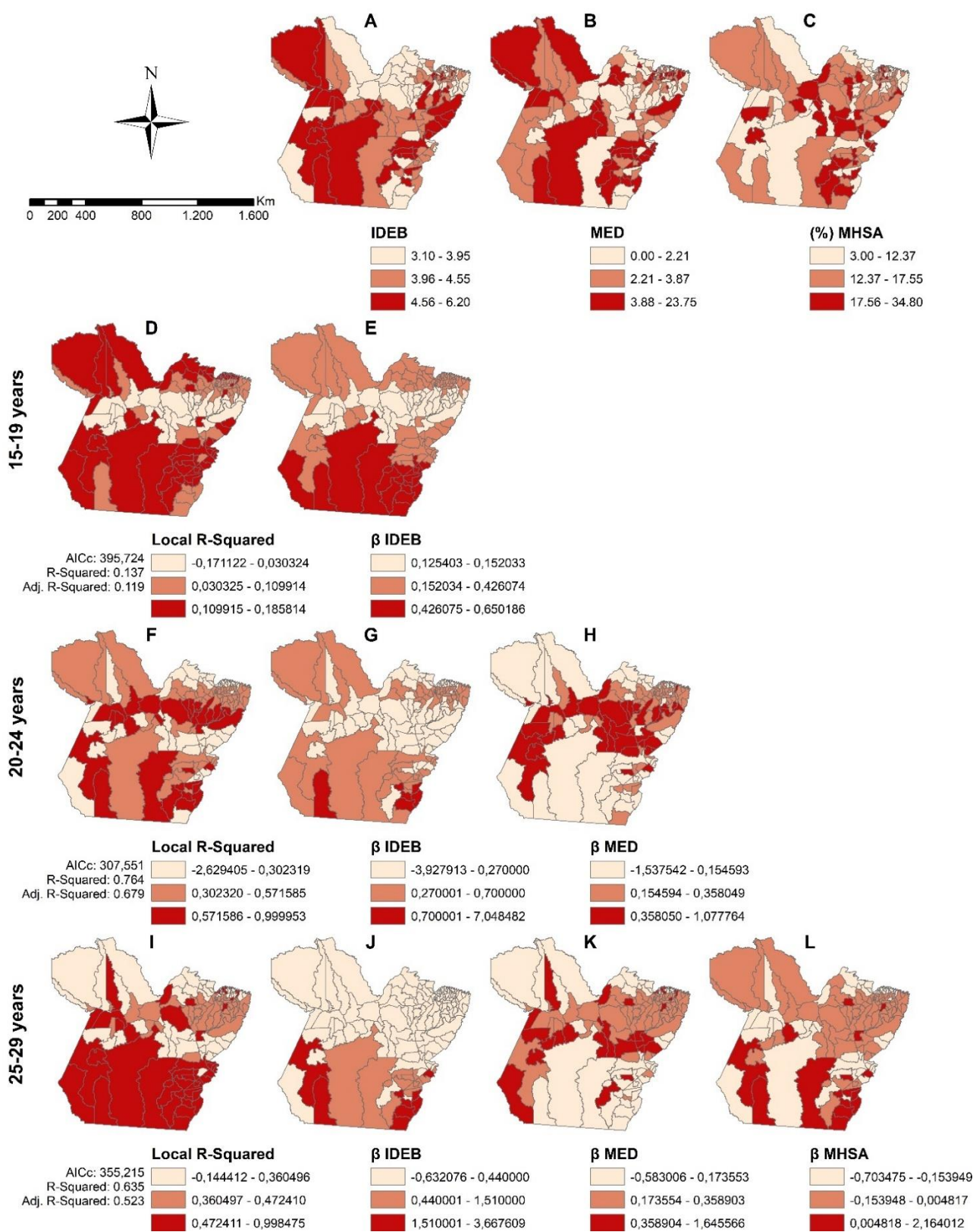


Figure 6. Mapping of the spatial variability of the HIV/AIDS incidence rates promoted by the social determinants of health, Pará, Brazil (2007-2018). Spatial distribution of Basic Education Development Index (IDEB) (Fig. 6A); physicians (MED) per 10,000 inhabitants (Fig. 6B) and municipal high school abandonment (MHSAs) rate (Fig. 6C). Coefficients β of IDEB (Fig. 6E, 6G, 6I), physicians per 10,000 inhabitants (Fig. 6H and 6K) and municipal high school abandonment

(MHSA) rate (Fig. 6L). Figures 6D, 6F and 6I show the local R^2 . Legend: ArcGIS software, version 10.5. Redlands, CA, USA; Environmental Systems Research Institute, Inc.

4. Discussion

4.1. Temporal analyses

The results of this study showed growth of the HIV/AIDS detection rate among young people in Pará, with divergent temporal behaviour between the age groups studied. In young people aged 15 to 19, the HIV/AIDS incidence rate peaked in September 2015 and it was followed by a downward trend, while in people aged 20 to 29 years, the incidence rates started to increase in June 2014 and kept its upward trend until December 2018.

Such temporal behaviour of the incidence rate among people aged 15 to 19 years may have been due to the HIV testing campaign conducted between 2015 and 2016 in Belém - Capital [35], which significantly increased the detection rate of the virus, while due to the discontinuation of the campaign, the virus detection rate decreased again. In the 20-29-year group, the increasing in HIV/AIDS incidence rates observed in 2014 was due to the compulsory notification of HIV starting that year, as well as the decentralization of tests to the basic health units in 2015.

In Brazil, young people are considered priority populations for the fight against HIV, and in 2007 the Brazilian Ministry of Health launched the Health in School Programme, one of its aspects being the sexual and reproductive health of young people [36]. However, recent studies show a low level of knowledge about the forms of HIV prevention and transmission among Brazilian young students [37].

It is worrying the fact of this study predicting a stable incidence rate of HIV/AIDS among young people aged 15 to 19 (0.01%) and 25 to 29 (0.38%) years and an increase among young people aged 20 to 24 years (23.71%) for the period of 2019-2022. Comparing the projections with the data from the Ministry of Health, between 2018 and 2020 there was a 22.22% drop in the number of HIV/AIDS notifications in people from Pará from aged 15 to 19 and a 22.02% and 22.07% drop in people aged 20 to 24 and 25 to 29, respectively. However, one must consider the underreporting and low HIV testing resulting from the COVID-19 pandemic [4].

The expansion of testing associated with the immediate initiation of treatment after an HIV diagnosis may promote a decrease in the rate of detection of the virus among young people [38]. In Brazil in the general public, the expansion of testing and implementation of TasP promoted an immediate decreasing effect on the AIDS detection rate by 62% and on the AIDS mortality rate by 79% [39]. In China, only specific counselling for young people associated with increased testing decreased the rate of HIV detection among young people aged 15 to 24 years [40]. However, Pará still not having implemented the ART decentralization to Primary Healthcare network even in June 2022. Considering Pará's large territorial extension and the low socioeconomic conditions of its inhabitants, people have a great difficult to access the only 33 UDM to 06 specialized HIV/AIDS care services. In Manaus, the capital of Amazonas, a state bordering Pará, the decentralization of healthcare for PLWHA to Primary Healthcare network promoted a greater satisfaction and higher ART adherence among them [41].

It is not enough to offer sex education in schools if no diagnostic, treatment, and prevention services are available to young people. In London, the continuous and accessible availability of HIV tests, condoms, and antiretroviral therapies promoted a decrease in the rate of HIV detection among homosexuals [42]. The universalization of access to health care is necessary to combat HIV and requires global efforts [43].

Additionally, it is necessary to combat stigma and social prejudice to promote accessibility for all. In the United States, among men who have sex with men, HIV stigma was directly associated with difficulty in adherence to antiretroviral therapy [44]. Among

young Africans, stigma and social prejudice were related to low HIV testing, and self-testing was one strategy indicated as a possible solution [45].

4.2. Spatial analyses

Our spatial analysis showed a territorial expansion of HIV/AIDS detection rates among young people living in Pará. The spatial autocorrelation showed LL clusters for all age groups under study in the 2015-2018 quadrennium, which could be due possibly to the low HIV testing rates. Beside facing historical social inequities, these municipalities have a low coverage of primary healthcare (PHC) and a large part of the population have difficulty in accessing health services, due to being made up of riparian people living far from urban centers and having the river as their only access and locomotion route [46].

Novo Progresso was highlighted with the highest spatial and spatio-temporal (2009) risks to HIV for among people aged 15 to 24 and 15 to 19 years old, respectively. Novo Progresso was founded in 1993, with rapid growth promoted by illegal mining, timber extraction, road construction, livestock, illegal land occupation, and the growth of the mining industry. The high spatio-temporal risk to HIV/AIDS noticed in 2009 in this municipality can be explained by the increased HIV/AIDS detection in this year. Novo Progresso have reached the peak of development, with population growth caused by large projects, such as roads and the construction of the Belo Monte Hydroelectric Power Plant in the neighbouring municipality, Altamira. This disordered urban development, without investments in infrastructure that support the population's quality of life, can lead to a favourable environment for sexual transmitted diseases. In 2009, the Edson Royer Institute in Novo Progresso was created to combat violence and prostitution of children and adolescents, pregnancy among adolescent girls, and youth employment in drug trafficking [47,48].

Among people aged 25 to 29 years, the greatest spatial risk to HIV was observed in a cluster made up of municipalities of Marajó, RMB, and northeastern Pará. The RMB has the highest population density in the state. This clustering also showed the spatio-temporal risk to HIV among those aged 20 to 29 years between 2014 and 2018. Urbanization facilitates a greater circulation of sexually transmitted infections [49]. In Malawi, it was found that people residing in urban areas have a 2.2 times higher risk of being HIV-positive than their counterparts in rural areas [50]. The fall in spatio-temporal risk between 2014 and 2018 suggests that policies to combat HIV, such as the HIV compulsory notification from 2014 and the decentralization of tests in 2015 increased HIV/AIDS diagnosis from 2014 to 2018. Furthermore, this result suggests that the policies fighting HIV are proving to be more efficient in RMB and northeast region, which can be explained by the fact that this region has better access to healthcare services and more concentration of these services.

The spatial regression showed IDEB, number of physicians, and MHSA rates influenced the spatial heterogeneity of HIV epidemic in Pará. In southwest municipalities was noticed that the risk for an increase in HIV/AIDS incidence directed influenced by IDEB, while in the municipalities of southeast this association was indirect. In addition, in southeast municipalities this risk was increased by the low MHSA rate. Although young people with higher education are expected to exhibit lower-risk behaviour, studies show that this rule does not always hold [51,52]. Additionally, because southern Pará it is a region with high employability, it is possible that these young people occupy positions with better salaries. Young people with higher incomes with low HIV/AIDS awareness are more likely to be HIV-positive because they have increased exposure to the virus through access to technologies such as geosocial smartphone applications that allow them more sexual partnerships, sex tourism, and licit and illicit behaviour-modifying drugs [6-7].

The risk to HIV was also lower in the municipalities of southern Pará associated with the high number of physicians. Southern Pará have the greatest economic development in the state of Pará, leveraged by the expansion of mining, agribusiness, industries, and large construction projects, such as the construction of a hydroelectric plant. In this region, the urban infrastructure has improved with an expansion of 180% of primary healthcare services coverage since 2010 and 10 UDM were installed. These facts may have promoted a better access of people to HIV test, diagnosis, and treatment healthcare places and, consequently, decreased the HIV risk in these municipalities. In Brazil, the Universal Test and Treat (UTT) policy expansion decreased the averaged AIDS mortality rate by 60% after 2015 [53]. Although no studies have explored how many this policy have influenced the HIV transmission in Brazil, in sub-Saharan Africa a three years population-based study showed that UTT decreased the AIDS mortality and HIV transmission by 23% and 32%, respectively [54].

The fact that municipalities of Marajó and Baixo Amazonas show a moderated risk of HIV direct and indirectly associated with IDEB, respectively, and with MHSA rates brings an alert for the possible increase in the HIV incidence rates in these regions. In addition to having a low concentration of PHC and HIV health-related services, the municipalities of Baixo Amazonas and Marajó have a fast economic development promoted by agribusiness and livestock and attract immigrants searching for jobs. For example, between 2015 and 2018, the municipalities of Faro (Baixo Amazonas) and Afuá (Marajó) had their gross domestic product increase by 10.12% and 8.82%, respectively [20]. The population growth associated with the deforestation and with the lack of investment in urban infrastructure promotes not only the increase in HIV but other health and social problems [55]

4.3. Study limitation

Because this was an ecological study, we could not correlate the results obtained with causal factors. One must take into account underreporting, which was further increased during the COVID-19 pandemic due to the displacement of professionals in the pandemic scenario, compromised information quality, and other restrictions imposed because of the pandemic, such as interruption of HIV testing in health services; there has been a 41% decrease in the number of HIV tests globally [1,56]. In Pará, data show a 7.45% reduction in antiretroviral dispensation during the COVID-19 pandemic (2019 until September 2021) [57]. Thus, the epidemiological scenario may be worse than that presented, and future studies need to evaluate the impact of the pandemic [56].

5. Conclusion

Our results show an expected increase of the HIV/AIDS incidence rate from 2019 to 2022 in people aged 20 to 24 years and a trend towards stability in those aged 15 to 19 and those aged 25 to 29 years. During the study period there was a territorial expansion of HIV/AIDS epidemic among the young people in Pará. Novo Progresso and RMB were the zones with the higher spatial and spatio-temporal risk for HIV. The IDEB, number of physicians per 10,000 inhabitants, and MHSA rates were the SDH influencing the HIV spatial variability in Pará.

To eliminate HIV in Pará, The decentralization of the healthcare HIV-related services to PHC network should be implemented urgently in Pará for a better ART adherence and healthcare and, consequently, decreasing HIV spreading and AIDS mortality. In addition, sexual and reproductive health education should be reinforced in schools and communities and HIV stigma should be flighted. Furthermore, mediatic campaigns, policies and other public strategies against HIV should consider regional differences to reach their expected efficiencies.

Funding: This study (design, data analysis and interpretation) was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) under grant number 88881.200527/2018-01, PROCAD-AM.

Acknowledgments: The authors are thankful to the Public Health Secretariat of the State of Pará for releasing the data to analysis and making this study possible.

Abbreviations: AIC – Akaike's information criterion; AICc – corrected Akaike's information criterion; BIC – Bayesian information criterion; ARIMA – Autoregressive integrated moving average; GWR – Geographically weighted regression; Ndiffs – Number of differentiations; RMB – Metropolitan Region of Belém; SDH – Social Determinants of Health; STL – Seasonal and Trend decomposition using LOESS; STLF – LOESS forecasting model; TB – Tuberculosis

References

1. UNAIDS. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. Young People And HIV. Geneva: UNAIDS; 2021. Available from: https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/young-people-and-hiv_en.pdf [verified 10 March 2022].
2. UNAIDS. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. 90-90-90 Uma meta ambiciosa de tratamento para contribuir para o fim da epidemia de AIDS. Geneva: UNAIDS; 2015. Available from: https://unaids.org.br/wp-content/uploads/2015/11/2015_11_20_UNAIDS_TRATAMENTO_META_PT_v4_GB.pdf [verified 10 March 2022].
3. Brasil. Presidência da República. Lei n. 12852, de 5 de agosto de 2013. Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude. Diário Oficial da União, Brasília(DF); 2013 Ago 6; Seção 1.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento De Vigilância. Boletim Epidemiológico HIV/Aids 2021. Brasília/DF; 2021. Available from: <http://www.aids.gov.br/pt-br/taxonomy/term/595> [verified 10 March 2022].
5. Saffier, I. P., Kawa, H. & Harling, G. (2017). A scoping review of prevalence, incidence and risk factors for HIV infection amongst young people in Brazil. *BMC Infect Dis*, 17(1), 1-13. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2795-9> [verified 10 March 2022].
6. Wang, H., Zhang, L., Zhou, Y., Wang, K., Zhang, X., Wu, J., & Wang, G. (2018). The use of geosocial networking smartphone applications and the risk of sexually transmitted infections among men who have sex with men: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 18(1), 1-10. [verified 10 March 2022]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6092-3>
7. Muleia, R.; Boothe, M.; Loquiha, O.; Aerts, M.; Faes, C. Spatial Distribution of HIV Prevalence among Young People in Mozambique. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 885. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph17030885>
8. WHO. World Health Organization. Commission on Social Determinants of Health. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health: final report of the commission on social determinants of health. Geneva: WHO; 2008.
9. Qin Q, Guo W, Tang W, Mahapatra T, Wang L, Zhang N, Ding Z, Cai C, Cui Y, Sun J. Spatial Analysis of the Human Immunodeficiency Virus Epidemic among Men Who Have Sex with Men in China, 2006-2015. *Clin Infect Dis*. 2017 Apr 1;64(7):956-963. doi: 10.1093/cid/cix031. PMID: 28362948; PMCID: PMC5439342.
10. Boyda, D. C., Holzman, S. B., Berman, A., Grabowski, M. K., & Chang, L. W. (2019). Geographic Information Systems, spatial analysis, and HIV in Africa: A scoping review. *PloS one*, 14(5), e0216388. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216388>
11. Huang, D., Wang, J., & Yang, T. (2020). Mapping the Spatial–Temporal Distribution and Migration Patterns of Men Who Have Sex with Men in Mainland China: A Web-Based Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(5), 1469. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph17051469>
12. Taquette, S. R., Matos, H. J., Rodrigues, A. D. O., Bortolotti, L. R., & Amorim, E. (2011). A epidemia de AIDS em adolescentes de 13 a 19 anos, no município do Rio de Janeiro: descrição espaço-temporal. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 44(4), 467-470. <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/5VnKCDp3qdJMRB8tpBPbKjr/?format=pdf&lang=pt>
13. Chimoyi, L. A., & Musenge, E. (2014). Spatial analysis of factors associated with HIV infection among young people in Uganda, 2011. *BMC public health*, 14(1), 1-11. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-555>
14. Zhang, X., Tang, W., Li, Y., Mahapatra, T., Feng, Y., Li, M., Chen, F., Li, P., Xing, J., Qian, S., Ge, L., Bu, K., Mahapatra, S., Tang, S., Wang, L. and Wang, N. (2017). The HIV/AIDS epidemic among young people in China between 2005 and 2012: results of a spatial temporal analysis. *HIV Med*, 18: 141-150. <https://doi.org/10.1111/hiv.12408>
15. Khalifa, A., Stover, J., Mahy, M., Idele, P., Porth, T., & Lwamba, C. (2019). Demographic change and HIV epidemic projections to 2050 for adolescents and young people aged 15-24. *Global health action*, 12(1), 1662685. [cited 2022 Mar 10]. DOI: 10.1080/16549716.2019.1662685
16. Nakazwe, C., Michelo, C., Sandøy, I. F., & Fylkesnes, K. (2019). Contrasting HIV prevalence trends among young women and men in Zambia in the past 12 years: data from demographic and health surveys 2002–2014. *BMC Infect Dis*, 19(1), 1-9. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4059-3>

17. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento De Vigilância. Boletim Epidemiológico HIV/Aids 2020. Brasília/DF; 2020. Available from: <http://www.aids.gov.br/pt-br/taxonomy/term/595> [verified 10 March 2022].
18. Greco, D. B. (2016). Trinta anos de enfrentamento à epidemia da Aids no Brasil, 1985-2015. *Ciênc Saúde Colet*, 21, 1553-1564. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015215.04402016>
19. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados [Internet]. IBGE; 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://www.ibge.gov.br/>
20. Pará. Fapespa. Anuário Estatístico 2021 [Internet]. Fapespa; c2021 [cited 2021 May 10]. Available from: <https://www.fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2021/>
21. Pará. Plano Estadual de Saúde 2016–2019. CONASS. Belém; 2016 [cited 2020 Mar 13]. Available from: https://www.conass.org.br/pdf/planos-estaduais-de-saude/PA_Planos-estaduais-saude-2016-2019.pdf.
22. Brasil. Ministério da Saúde. SICLOM. Sistema de Controle Logístico de Medicamentos [Internet]. SICLOM; 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <http://azt.aids.gov.br/>
23. Brasil. Ministério da Saúde. Painel de Indicadores Epidemiológicos [Internet]. Aids.gov; 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <http://aids.gov.br/indicadores>
24. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice* [e-book]. OTexts. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://otexts.com/fpp2/>
25. Box GE, Jenkins GM, Reinsel GC, Ljung GM. *Time series analysis: forecasting and control* [e-book]. 5th ed. New Jersey: John Wiley & Sons; 2015 [cited 2022 Mar 10].
26. Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., & Terpenning, I. (1990). STL: A seasonal-trend decomposition. *J. Off. Stat*, 6(1), 3-73.
27. BAI, Jushan. Estimating multiple breaks one at a time. *Econometric theory*, v. 13, n. 3, p. 315-352, 1997. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0266466600005831>
28. Câmara, G., Carvalho, M. S., Cruz, O. G., & Correa, V. (2004). Análise espacial de áreas. *Análise espacial de dados geográficos*, 2. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/cap2.pdf>
29. Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
30. Mitchell, A. (2005). *The ESRI guide to GIS analysis* [e-book]. 2th ed. ESRI Press.
31. Kulldorff M. Translate by: Pellini ACG. SaTScan™ Manual do Usuário para versão 9.4 [e-book]. 2016 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <http://www.satscan.org/>
32. Antunes, J. L. F., & Cardoso, M. R. A. (2015). Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 24, 565-576. [cited 2022 Mar 16]. Available from: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000300024>
33. Brunson, C., Fotheringham, S. and Charlton, M. (1998), Geographically Weighted Regression. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 47(3), 431-443. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1111/1467-9884.00145>
34. Assis, I. S., Arcoverde, M. A. M., Ramos, A. C. V., Alves, L. S., Berra, T. Z., Arroyo, L. H., ... & Arcêncio, R. A. (2018). Social determinants, their relationship with leprosy risk and temporal trends in a tri-border region in Latin America. *PLoS Negl Trop Dis*, 12(4), e0006407. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006407>
35. Dias, B. R. L. Os determinantes sociais, a infecção pelo HIV e a Aids em uma capital na Amazônia brasileira: análise espacial e temporal [dissertação]. [Belém]: Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal do Pará, Mestrado Acadêmico em Enfermagem; 2021. 111f.
36. Brasil. Ministério da Educação. Programa Saúde na Escola [Internet]. 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <http://portal.mec.gov.br/programa-saude-da-escola/194-secretarias-112877938/secad-educacao-continuada-223369541/14578-programa-saude-nas-escolas>
37. Fontes, M. B., Crivelaro, R. C., Scartezini, A. M., Lima, D. D., Garcia, A. D. A., & Fujioka, R. T. (2017). Fatores determinantes de conhecimentos, atitudes e práticas em DST/Aids e hepatites virais, entre jovens de 18 a 29 anos, no Brasil. *Ciênc Saúde Colet*, 22, 1343-1352. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-81232017224.12852015>
38. Mittler, J. E., Murphy, J. T., Stansfield, S. E., Peebles, K., Gottlieb, G. S., Abernethy, N. F., ... & Herbeck, J. T. (2019). Large benefits to youth-focused HIV treatment-as-prevention efforts in generalized heterosexual populations: An agent-based simulation model. *PLoS Comput Biol*, 15(12), e1007561. [cited 2022 Mar 17]. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007561>
39. Pereira, G. F. M., Sabidó, M., Caruso, A., & Benzaken, A. S. (2019). Decline in reported AIDS cases in Brazil after implementation of the test and treat initiative. *BMC Infect Dis*, 19(1), 1-8. [cited 2020 Mar 17]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4018-z>
40. Shaorong W. Junjie W. Peng X. Wanting L. Mengjie H. Spatial Analysis of HIV/AIDS Cases Among Out-of-School Youth Aged 15–24 Years — China, 2010–2020[J]. *China CDC Weekly*; 2021, 3(48): 1015-1017 [cited 2022 Mar 10]. Available from: doi: 10.46234/ccdcw2021.247
41. Leon, C., Koosed, T., Philibert, B. et al. HIV/AIDS health services in Manaus, Brazil: patient perception of quality and its influence on adherence to antiretroviral treatment. *BMC Health Serv Res* 19, 344 (2019). [cited 2022 Jun 30]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12913-019-4062-9>

42. Wu, C., Zhang, B., Dai, Z., Zheng, Q., Duan, Z., He, Q., & Zhu, C. (2021). Impact of immediate initiation of antiretroviral therapy among men who have sex with men infected with HIV in Chengdu, southwest China: trends analysis, 2008–2018. *BMC Public Health*, 21(1), 1–11. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10580-8>
43. Ooms, G., & Kruja, K. (2019). The integration of the global HIV/AIDS response into universal health coverage: desirable, perhaps possible, but far from easy. *Global Health*, 15(1), 1–15. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12992-019-0487-5>
44. Mitzel, L. D., Vanable, P. A., & Carey, M. P. (2019). HIV-related stigmatization and medication adherence: Indirect effects of disclosure concerns and depression. *Stigma and Health*, 4(3), 282–292. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://doi.org/10.1037/sah0000144>
45. Logie, C. H., Okumu, M., Kibuuka Musoke, D., Hakiza, R., Mwima, S., Kyambadde, P., Abela, H., Gittings, L., Musinguzi, J., Mbuagbaw, L., Baral, S. (2021). Intersecting stigma and HIV testing practices among urban refugee adolescents and youth in Kampala, Uganda: qualitative findings. *J Int AIDS Soc*, 24(3), e25674. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://doi.org/10.1002/jia2.25674>
46. Carneiro, V. B., Maia, C. R. M., Ramos, E. M. L. S., & Castelo-Branco, S. (2018). Tecobé no Marajó: tendência de indicadores de monitoramento da atenção primária antes e durante o Programa Mais Médicos para o Brasil. *Ciênc. Saúde Colet.*, 23, 2413–2422. [cited 2022 Mar 17]. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018237.19052016>
47. IER. Instituto Edson Royer [internet]. Novo Progresso; 2022. [cited 2022 Mar 17]. Available from: <https://prosas.com.br/empreendedores/52946-instituto-edson-royer?locale=en>
48. Souza, D. P. de, Silva, W. R. S. da, Cervinski, G. C., Santos, B. D. dos, de Assis Comarú, F., & Trigo, F. B. M. (2018). Desenvolvimento urbano e saúde pública: impactos da construção da UHE de Belo Monte. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 46. [cited 2022 Mar 17]. Available from: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v46i0.56040>
49. Boyce, M. R., Katz, R., & Standley, C. J. (2019). Risk factors for infectious diseases in urban environments of sub-Saharan Africa: a systematic review and critical appraisal of evidence. *Trop. Med. Infect. Dis.*, 4(4), 123. [cited 2022 Mar 17]. Available from: <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4040123>
50. Nutor, J. J., Duah, H. O., Agbadi, P., Duodu, P. A., & Gondwe, K. W. (2020). Spatial analysis of factors associated with HIV infection in Malawi: indicators for effective prevention. *BMC Public Health*, 20(1), 1–14. [cited 2022 Mar 17]. Available from: (2020). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09278-0>
51. Kikvidze, T., Butsashvili, M., Kamkamidze, G., Kajaia, M., DeHovitz, J., & McNutt, L. A. (2022). HIV AND STI RISK FACTORS AMONG GEORGIAN YOUTH. *Georgian Medical News*, (322), 7–12. [cited 2022 Mar 14]. PMID: 35134751. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35134751/>
52. Chan, C. T., Olivieri-Mui, B. L., & Mayer, K. H. (2021). Associations between State-Level High School HIV Education Policies and Adolescent HIV Risk Behaviors. *Journal of School Health*. [cited 2022 Mar 14]. Available from: <https://doi.org/10.1111/josh.13130>
53. Pereira, G.F.M., Sabidó, M., Caruso, A. et al. Decline in reported AIDS cases in Brazil after implementation of the test and treat initiative. *BMC Infect Dis* 19, 579 (2019). [cited 2022 Jun 30]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4018-z>
54. Havlir, D., Lockman, S., Ayles, H., Larmarange, J., Chamie, G., Gaolathe, T., ... & (Universal Test, Treat Trials) UT3 Consortium. (2020). What do the Universal Test and Treat trials tell us about the path to HIV epidemic control?. *Journal of the International AIDS Society*, 23(2), e25455. [cited 2022 Jun 30]. Available from: <https://doi.org/10.1002/jia2.25455>
55. Richards P, VanWey L. Where Deforestation Leads to Urbanization: How Resource Extraction is Leading to Urban Growth in the Brazilian Amazon. *Ann Assoc Am Geogr*. 2015 Jul 1;105(4):806–823. [cited 2022 Jun 30]. Available from: 10.1080/00045608.2015.1052337
56. Waterfield, K.C., Shah, G.H., Etheredge, G.D. et al. Consequences of COVID-19 crisis for persons with HIV: the impact of social determinants of health. *BMC Public Health* 21, 299 (2021) [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10296-9>
57. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Doenças Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. Painel de monitoramento de dados de HIV durante a pandemia da COVID-19 [Internet]. 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <http://www.aids.gov.br/pt-br/painelcovidHIV>

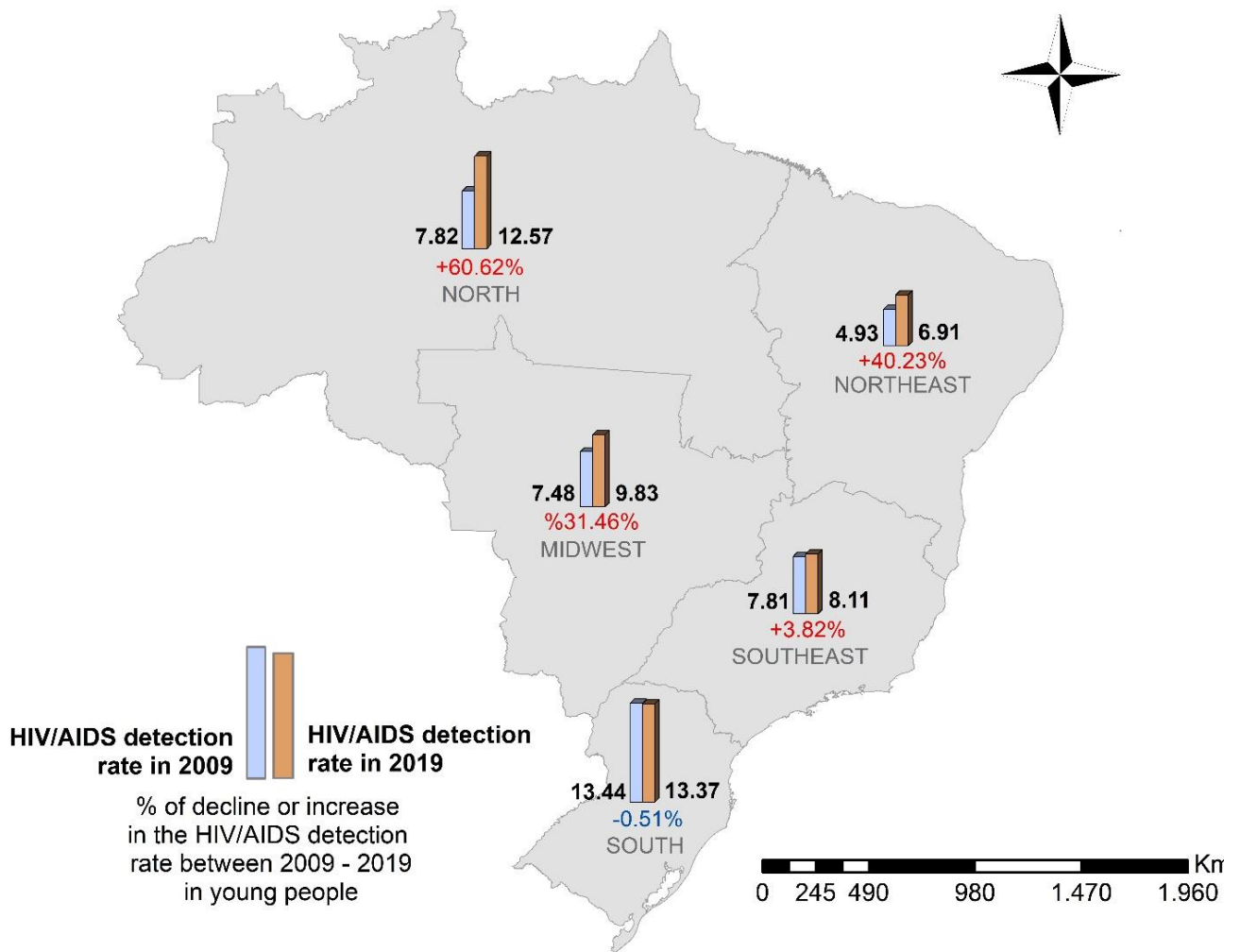


Figure S1 – HIV/AIDS detection rate between 2009 and 2019 among young people in Brazil, 2009-2019

VARIABLE	
Education	
v1	Failure rate in elementary school in the municipalities - 2018
v2	Failure rate in high school in the municipalities - 2018
v3	Dropout Rate in Elementary School in the municipalities - 2018
v4	Dropout Rate in High School in the municipalities - 2018
v5	Basic education development index - IDEB - Public school - for the first five years of school in the municipalities – 2017
v6	Basic education development index - IDEB - Public school - for the 9 years of school in the municipalities – 2017
Social inclusion	
v7	Number of Families Assisted in the Bolsa Família Program in the municipalities– 2018
v8	Total families enrolled in the Single Register for Social Programs (CadÚnico) in the municipalities - 2018
v9	Total families enrolled in the Single Register for Social Programs (CadÚnico) with per capita family income of up to 1/2 minimum wage in the municipalities- 2018
Labor Market	
v10	Total Employment in Formal Employment in the municipalities – 2018
v11	Average Remuneration (R\$) of Formal Worker in the municipalities – 2018
Health	
v12	Municipal Family Health Strategy services coverage – 2018
v13	Municipal Basic Healthcare unities coverage - 2018
v14	Municipal Healthcare places coverage per 10,000 inhabitants - 2018
v15	Physicians per 10,000 inhabitants - 2018
v16	Municipal hospital bed coverage per 1,000 inhabitants - 2018
Safety	
v17	Youth homicide rate per 100,000 inhabitants – 2018

Table S1 –Variables used in Geographically Weighted Regression, Belém, PA, Brazil.