

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Giovana Cristina Chirinéa Donida¹, Janiel Conceição da Silva²

Monika Wernet³, Raquel Gardini Sanches Palasio⁴

Mellina Yamamura⁵

Destaques: (1) A análise espacial fortalece a vigilância e a tomada de decisão em saúde. (2) Determinantes sociais influenciam a distribuição espacial da sífilis. (3) Há lacunas no uso de análises espaciais multivariadas sobre sífilis.

PRE-PROOF

(as accepted)

Esta é uma versão preliminar e não editada de um manuscrito que foi aceito para publicação na Revista Contexto & Saúde. Como um serviço aos nossos leitores, estamos disponibilizando esta versão inicial do manuscrito, conforme aceita. O artigo ainda passará por revisão, formatação e aprovação pelos autores antes de ser publicado em sua forma final.

<http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2026.51.16379>

¹ Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem - PPGEnf - São Carlos/SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0462-7228>

² Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem - PPGEnf - São Carlos/SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-9810-0322>

³ Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem - PPGEnf - São Carlos/SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-1194-3261>

⁴ Universidade de São Paulo – USP . Laboratório de Análise Espacial em Saúde – LAES/FSP São Paulo, São Paulo/SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-1564-0871>

⁵ Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem - PPGEnf - São Carlos/SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5228-8788>

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Como citar:

Donida GCC, da Silva JC, Wernet M, Palasio RGS, Yamamura M. Revisão integrativa das tecnologias de análises espaciais e espaço-temporais da sífilis como potencialidade para ações de saúde pública. Rev. Contexto & Saúde. 2026;26(51):e16379

RESUMO

Objetivo: Sintetizar os tipos de tecnologias de análise espaciais e espaço-temporais da sífilis no contexto da saúde pública. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, que utilizou a estratégia PICO para elaboração da pergunta norteadora: Quais as produções científicas que utilizam tecnologias de análise espacial e/ou espaço-temporal para distribuição de casos de sífilis? Foram realizadas buscas nas fontes de informação PubMed®, SCOPUS, e Web of Science, e na Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) em 16 de janeiro de 2024, utilizando operadores booleanos combinados com os descritores: “Syphilis”, “Spatial analysis”, “Spatio-Temporal Analysis”, “Public Health”, a seleção foi realizada por meio do *software* Apoio à Revisão Sistemática (AReS) e foram incluídos estudos independentes do idioma e período, desde que tivesse estudo ecológico como delineamento metodológico. **Resultados:** Foram analisados 16 artigos, publicados a partir de 2010. Todos utilizaram dados secundários, com delineamento ecológico. Técnicas de análise de dados de área, análise bayesiana, Moran global e local, estatística de varredura, Modelo Prais-Winsten, e estimativa de densidade por Kernel, com destaque para os coeficientes de incidência e prevalência, principalmente no Brasil. **Conclusão:** Ficou evidente nos estudos, que a sífilis não se limita apenas à ocorrência dos casos, mas também se relaciona com fatores socioespaciais que influenciam sua ocorrência no tempo e espaço, como desigualdades socioeconômicas, vulnerabilidades sociais e acesso aos serviços de saúde. **Palavras-chave:** sífilis, análise espaço-temporal, análise espacial, saúde pública.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

INTRODUÇÃO

Considerada como uma doença milenar transmitida sexualmente e verticalmente, com agente etiológico descoberto em 1905, o *Treponema pallidum*, e com tratamento desde o início do século XX, esperava-se que sífilis fosse controlada e eliminada, no entanto, o atual cenário mostrou que a doença envolve aspectos mais complexos do que a simples disponibilidade de tratamento. O número crescente de casos de sífilis registrados reflete a fragilidade do sistema público de saúde e os inúmeros desafios no controle da doença, como o baixo acesso aos serviços da Atenção Primária à Saúde (APS), baixa testagem em mulheres grávidas e seus parceiros, tratamento inadequado, longo período de latência, estigma e discriminação das populações vulnerabilizadas¹.

De acordo com estimativas globais recentes, a sífilis permanece em expansão no mundo, com aumento do número anual de novos casos de cerca de 6 milhões em 2015 para aproximadamente 9 milhões projetados para 2025, evidenciando a persistência e o recrudescimento da doença em diferentes contextos epidemiológicos². A 74ª Assembleia Mundial da Saúde, que ocorreu em 2021, aprovou a necessidade de novas estratégias de enfrentamento para 2022-2030, para enfim alcançar os *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável* na área da saúde e bem-estar³.

Mediante a esse cenário, é indiscutível que no mundo a sífilis permanece como um problema de saúde pública, a informação sobre a distribuição espacial e espaço-temporal permite compreender a dinâmica de transmissão e permanência epidemiológica da doença, por mostrar áreas suscetíveis e tendências, e possíveis associações com características locais, como os determinantes sociais, que em conjunto com condições culturais e ambientais da população, geram estratificação dos riscos de saúde em grupos populacionais⁴.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Além disso, os estudos ecológicos fornecem apoio científico aos profissionais de saúde e aos gestores como instrumento de gestão em saúde para formulação de políticas públicas de forma a mapear o que cada região necessita, e indicar áreas prioritárias para desenvolvimento de ações de vigilância e controle⁵.

Mediante esse cenário, é indiscutível que a sífilis permanece como um problema de saúde pública em âmbito global. A literatura científica tem destacado que a utilização de informações sobre a distribuição espacial e espaço-temporal da doença, mediada por diferentes tecnologias analíticas e informacionais, possibilita identificar áreas suscetíveis, tendências epidemiológicas e possíveis associações com características locais, como os determinantes sociais, culturais e ambientais. Esses elementos, conforme descrito nos estudos, contribuem para a estratificação dos riscos em diferentes grupos populacionais⁴.

Ademais, evidências oriundas da produção científica indicam que tecnologias empregadas em estudos com abordagem territorial têm sido descritas como ferramentas de apoio aos profissionais de saúde e gestores, subsidiando processos de planejamento e tomada de decisão em saúde⁵.

Com a utilização e ascensão de diversas técnicas de análise espacial e espaço-temporal aplicadas à saúde pública nos últimos anos, cabe destacar que a aplicação dessas análises ainda é relativamente limitada em diferentes contextos epidemiológicos⁵. Nesse sentido, a presente revisão integrativa propõe-se a sintetizar os tipos de tecnologias de análise espaciais e espaço-temporais da sífilis no contexto da saúde pública.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa que se constitui em seis etapas: (1) elaboração da pergunta norteadora; (2) amostragem e/ou busca na literatura; (3)

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

categorização dos estudos; (4) avaliação dos estudos incluídos na revisão; (5) interpretação dos resultados; (6) síntese e apresentação dos resultados⁶.

Utilizou-se a estratégia PICO, acrônimo que designa “P” para população ou problema; “I” para intervenção ou fenômeno de interesse; e “Co” para contexto⁷. Para este estudo, utilizou-se “P” para a sífilis, “I” para as análises espaciais e espaço-temporais, e “Co” para a saúde pública. Desse modo, para iniciar a Revisão Integrativa da literatura utilizou-se a seguinte questão de pesquisa: Quais as produções científicas que utilizam tecnologias de análise espacial e/ou espaço-temporal para distribuição de casos de sífilis?

Foram selecionados os seguintes descritores no Medical Subject Headings (Mesh) e no Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “Syphilis”, “Spatial analysis”, “Spatio-Temporal Analysis”, “Public Health”. Eles foram combinados através de duas estratégias de busca, utilizando o operador booleano “AND” com a primeira estratégia de busca: “Syphilis” AND “Spatio-Temporal Analysis” AND “Public Health”, e a segunda estratégia de busca: “Syphilis” AND “Spatial analysis” AND “Public Health”, consultados na Biblioteca Virtual de Saúde e nas fontes de informação, PubMed®, Scopus, e Web of Science.

A coleta de dados ocorreu em 16 de fevereiro de 2024, não houve delimitação do período de publicação devido a possibilidade de identificar o maior número de estudos sobre a temática, para maior elucidação da lacuna do conhecimento e por não ter identificado na literatura outra revisão integrativa com semelhanças à essa pergunta de revisão. Após a aplicação da estratégia de busca, realizou-se a leitura do título e resumo, para posterior seleção dos artigos que se adequaram ao tema, em que foi realizada a leitura na íntegra.

Como critério de inclusão foram utilizadas produções de artigos disponíveis em formato eletrônico com livre acesso, que abordavam os temas do estudo e da fase clínica da doença e respondiam à questão relacionada à sífilis, independentemente do tipo de

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

infecção (sífilis adquirida, gestacional e congênita). Além disso, foram considerados os estudos que apresentassem o delineamento de estudos ecológicos independente do tipo.

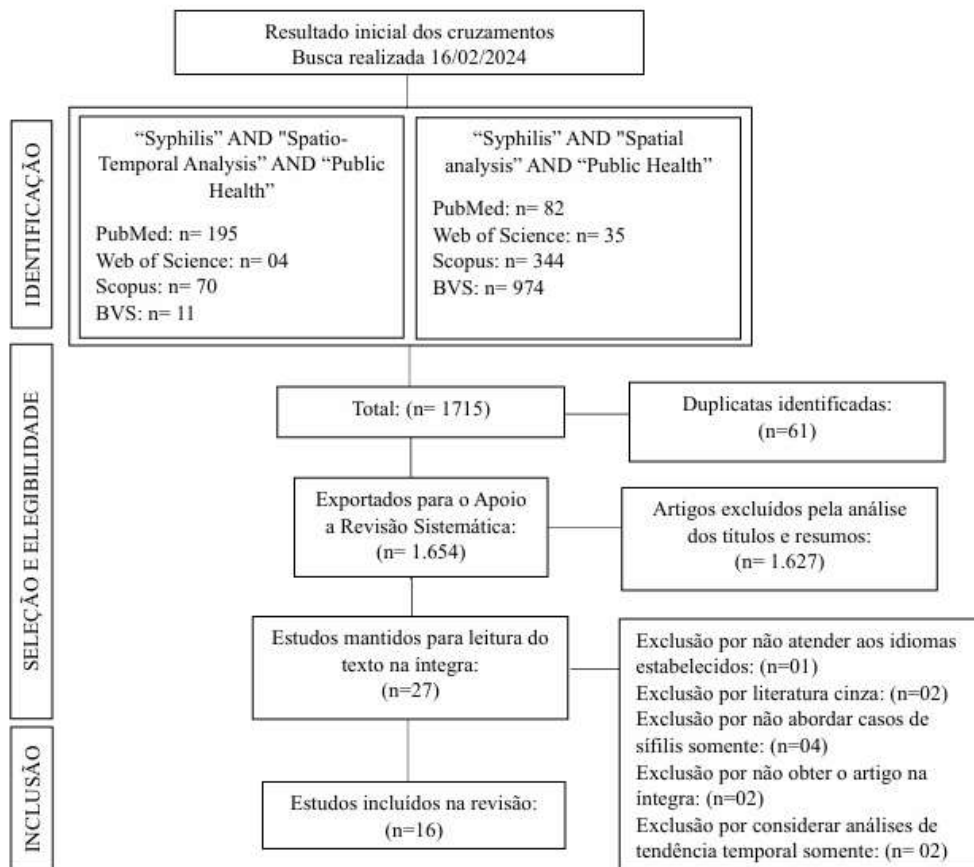
As fontes de informação foram acessadas por meio do CAFE, que possibilita o acesso ao conteúdo assinado do Portal de Periódicos da CAPES, que garantiu a consulta ao maior número possível de publicações científicas.

Para análise inicial dos estudos, foi utilizada a ferramenta Apoio à Revisão Sistemática (AReS) (versão 1.0) disponível em endereço eletrônico e de forma gratuita⁸. Nesta etapa foi realizada a leitura criteriosa do título e resumo, verificando a adequação aos critérios de inclusão e exclusão. Dos 1.654 artigos exportados, foram selecionados para esta pesquisa 16 estudos, conforme demonstrado no modelo PRISMA *Flow Diagram*⁹– Figura 1.

Para extração dos resultados, foi criado um instrumento no Excel® (versão 2309) a fim de caracterizar os estudos, bem como relacionar com o objetivo da revisão e a pergunta de revisão. - Quadro 1

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Figura 1: Diagrama PRISMA referente ao processo de seleção dos estudos. São Carlos, Brasil, 2024.



Fonte: Construção dos autores (PRISMA Adaptado)

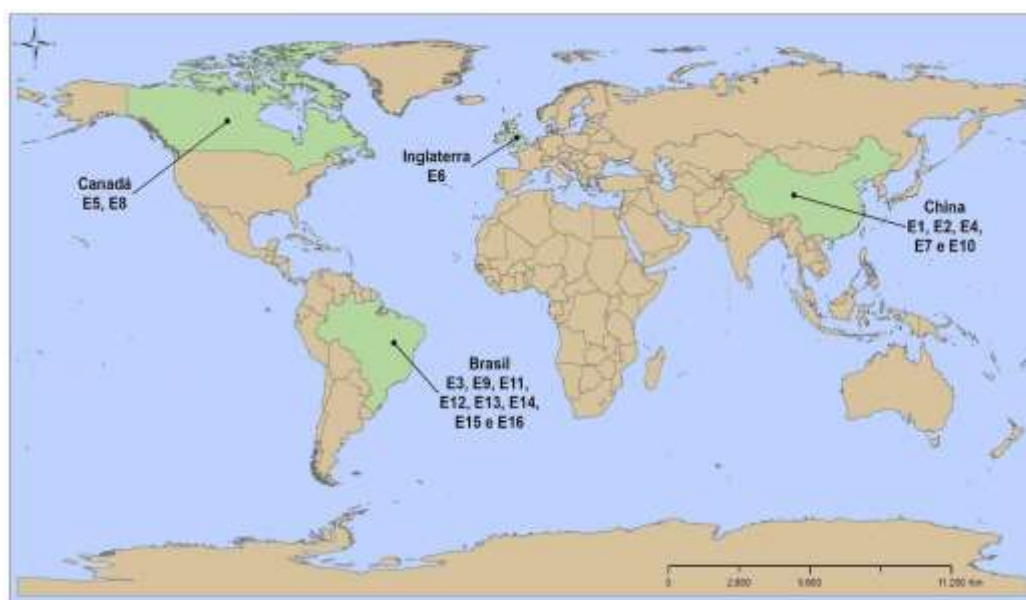
RESULTADOS

Foram selecionados 16 artigos, publicados a partir de 2010, com destaque para os anos de 2022 - 04 artigos (25,00%) e 2021- 03 artigos (18,75%), que apresentaram maior número de publicações. Todos os estudos foram publicados em inglês, não sendo identificadas publicações em espanhol e português. Quanto ao cenário, 08 (50%) dos

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

artigos elegíveis foram publicados no Brasil, seguidos de 05 (31,00%) na China, 02 (12,50%) no Canadá, e 1 (06,50%) na Inglaterra (Figura 2).

Figura 2: Cenários das obras consideradas de acordo com o país de origem.



Fonte: Construção dos autores

As fontes de dados dos estudos ocorreram através de dados secundários de diferentes Sistemas de Informações de Saúde de acordo com cada país, na China (Sistema de Informação de Prevenção e Controle de Doenças da China, Sistema Nacional de Notificação de Doenças Infecciosas Notificáveis, Anuário Estatístico de Saúde e Planejamento Familiar da China), no Brasil (Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN, Programa de Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST's) e HIV/AIDS de SP), no Canadá (*Toronto Public Health e Centre for Disease Control (BCCDC) Public Health Laboratory*), e por fim, Inglaterra (*Genitourinary Medicine Clinic Activity Dataset – GUMCAD*).

Todos os estudos tiveram delineamento ecológico, acompanhados de descrição e/ou análise de características sociodemográficas dos casos. Entre as principais técnicas

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

de análise exploradas nos estudos destacaram-se a análise de dados de área com distribuição espacial da incidência e prevalência em 16 (100%) dos estudos, análise de autocorrelação espacial (Índice de Moran global e local) em 08 (50,00%), análise bayesiana em 06 (43,75%), análise de varredura espaço-temporal em 08 (50,00%), análise de tendência temporal (modelo Prais-Winsten) em 02 (12,50%) e estimativa de densidade por Kernel em 2 (12,50%).

O Quadro 1 apresenta a distribuição dos artigos segundo autor/ano, objetivos, fonte de dados, análise, modelo e/ou técnica utilizada, e principais achados.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

Quadro 1: Instrumento desenvolvido pelos revisores para a caracterização dos estudos.

Autor/ ano	Objetivos	Fonte de dados	Análise, modelo e/ou técnica utilizada	Principais achados	Limitações dos estudos de acordo com os autores
ZHU, X et al.,2022.	Identificar tendências epidemiológicas, áreas prioritárias e fatores relacionados a análise espaço-temporal da incidência de sífilis na província de Zhejiang de 2005 a 2018.	Sistema de Informação de Prevenção e Controle de Doenças da China.	Análise de Autocorrelação espacial: Índice de Moran global e local.; Análise de varredura espaço-temporal; Modelo Bayesiano	Elevada prevalência de sífilis na província de Zhejiang. A prevalência dos casos foi maior no sexo feminino, trabalhadores do sexo, agricultores, desempregados e migrantes.	Subnotificação dos casos devido a estigmatização da sífilis.
WANG et al., 2022	Analisar as características da distribuição espaço-temporal da sífilis em Ningxia, noroeste da China, e seus potenciais	Sistema Nacional de Notificação de Doenças Infecciosas Notificáveis	Análise de Autocorrelação espacial Índice de Moran global e local.; e Análise de	A análise espaço-temporal de 2004 a 2017 ilustrou que a incidência de sífilis em Ningxia aumentou de 3,78/100.000 em 2004	Ausência de análise detalhada dos diferentes estágios da sífilis devido aos dados limitados.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

	fatores de influência ambiental.		varredura espaço-temporal	para 54,69 /100.000 em 2017, com heterogeneidade espacial significativa.	
MEDEIROS et al., 2022	Estimar a ocorrência de sífilis em gestantes e de sífilis congênita nos municípios do estado de São Paulo e avaliar sua relação com variáveis socioeconômicas, demográficas e assistenciais.	Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e Programa de IST e HIV/AIDS	Modelo Bayesiano	Aumento contínuo no RR temporal de sífilis em gestante de 2007 a 2018, e sífilis congênita de 2007 a 2017. A incidência de sífilis em gestante e congênita aumentou 8,6 e 6,6 vezes, respectivamente. O aumento ocorreu em bloco em aproximadamente todos os municípios de SP.	Dados secundários com possibilidade de casos subnotificados e a impossibilidade de considerar variáveis indicativas de vulnerabilidade programática, devido à falta de acesso gratuito a esse tipo de dados.
TANG et al., 2021	Descrever a distribuição espacial e temporal da sífilis em estágios primário e secundário na província de Guangdong de 2005 a 2017, e investigar os fatores	Sistema Nacional de Notificação de Doenças Infecciosas Notificáveis.	Análise de autocorrelação espacial, Índice de Moran global, Análise de varredura	As cidades que são subdesenvolvidas economicamente mostraram um aumento inicial na incidência da sífilis durante 2005–	Possibilidade de subnotificação dos casos.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

	sociodemográficos e socioeconômicos associados à incidência da sífilis.		espaço-temporal	2013 e depois uma diminuição.	
SALWAY et al., 2019	Conduzir uma análise epidemiológica espaço-temporal de casos notificados de sífilis infecciosa na Colômbia Britânica durante um período de 12 anos.	Centre for Disease Control (BCCDC) Public Health Laboratory.	Modelo Bayesiano	Entre 2007 e 2016, as taxas foram 18 vezes mais altas para aqueles que viviam no centro de Vancouver em comparação com aqueles que viviam fora do cluster. No Oeste, centro de Vancouver, 20% dos homens adultos se autodeclararam gays e bissexuais, e no centro leste 5,1% a 20% dos adultos homens se autodeclararam gays e bissexuais.	23% dos casos com endereços inadequados para serem incluídos nas análises geoespaciais.
PETERSEN et al., 2016	Aglomerados espaciais e variações na trajetória de epidemias locais foram	Genitourinary medicine clinic activity	Análise de varredura	Entre 2009 e 2013 foram notificados 12.521 casos, dos quais	Falta de dados de denominador para homens que fazem

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

	exploradas em relação a orientação sexual, fatores demográficos e estágio da sífilis.	dataset (GUMCAD)	espaço-temporal;	6.082 (49%) foram feitos em Londres. A incidência em Londres foi cinco vezes maior que no resto da Inglaterra. Os clusters apresentaram diagnósticos oscilando abaixo de 10 casos por mês.	sexo com homens em Londres, Manchester, Brighton e Blackpool.
HU et al., 2010	Identificar os clusters de sífilis primária e secundária em Shenzhen nos últimos anos através de estatísticas espaciais e espaço-temporais.	Sistema de Informação de Prevenção e Controle de Doenças na China.	Análise de varredura de espaço-temporal.	Um total de 9.126 casos de sífilis primária e secundária foram notificados entre 2005 a 2008, em 5.173 homens e 3.953 mulheres. Em 2005, houve doze clusters estatisticamente significativos e dois clusters significativos menores, enquanto os números eram oito e sete em 2006, dez e cinco em 2007, e nove e	Número de casos de sífilis primária e secundária muito baixo, o que pode causar alta variabilidade nas taxas e introduzir erros nos cálculos.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

				quatro em 2008, respectivamente.	
GESINK et al., 2014	Obter informações sobre a epidemia de sífilis em Toronto, examinando o padrão espacial e a propagação da sífilis ao longo do tempo.	Toronto Public Health	Análise de varredura espaço-temporal; Modelo bayesiano.	A taxa relativa de sífilis foi de 12,2 vezes maior na área central do que fora da área central, e 2 a 3 vezes maior dentro das áreas do surto em comparação com fora das áreas do surto. As curvas epidêmicas indicam que o número de casos de sífilis com comportamentos sexuais de risco é maior nas áreas não essenciais	O SatScan tem suas limitações. Especificamente, os aglomerados dentro de aglomerados não podem ser detectados, o que significa que os surtos nas áreas centrais não podem ser determinados. Além disso, durante as análises

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

				e centrais e menor nas áreas de surto.	espaço-temporais, o tamanho do cluster é fixo, portanto, não é possível ver como os clusters mudam ao longo do tempo.
FALAVINA et al., 2019	Analisar a tendência e a distribuição espacial de algumas doenças de notificação compulsória em gestantes.	SINAN.	Análise de varredura espacial e tendência temporal (Modelo de Prais-Winsten).	A taxa de sífilis aumentou ao ano em média 30,8%. No Norte e Noroeste, as taxas de sífilis aumentaram, ao ano, em média, 40,7% e 38%, respectivamente. A incidência de sífilis foi de 141,1 por 10.000 nascidos vivos, com tendência crescente	Dados secundários que podem ser influenciados tanto pela possibilidade de subnotificação de casos de doenças infecciosas em gestantes como pela qualidade e fidedignidade das informações contidas no SINAN.
ZHU,B et al., 2018	Analisar os padrões de distribuição espacial de	Anuário Estatístico de	Análise de Autocorrelação	A terceira doença infecciosa mais comum	Risco de falácia ecológica.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

	12 doenças infecciosas de notificação obrigatória de classe B que permanecem ativas em toda a China.	Saúde e Planejamento Familiar da China.	espacial Índice de Moran global e local	é a sífilis, cuja proporção e número de casos são de 14,25% e 433.974, respectivamente. A sífilis não apresentou uma autocorrelação espacial global positiva significativa	
LINO et al., 2021	Avaliar o perfil epidemiológico, a distribuição espacial e as séries temporais dos casos de sífilis adquirida, sífilis em gestantes e sífilis congênita em um município brasileiro.	SINAN.	Kernel e tendência temporal (Modelo de Prais-Winsten)	Concentração de casos nas regiões de menor renda mensal com tendência crescente. Houve aumento nas taxas de detecção de sífilis adquirida, gestante e na taxa de incidência de sífilis congênita. A distribuição espacial mostrou concentração de casos de sífilis adquirida nas regiões Centro e Sul, enquanto	Utilização de dados secundários, o que indisponibilizou algumas informações e subnotificação. Casos de sífilis adquirida notificados de forma inadequada – restringindo as informações sobre o perfil e a

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

				as notificações de sífilis em gestantes e sífilis congênita concentraram-se na região Leste	investigação dos casos.
OLIVEIRA,et al, 2023	Estimar o nível de subregistro e corrigir as taxas de incidência de SG nas 557 microrregiões brasileiras.	SINAN.	Modelo Bayesiano	As microrregiões brasileiras e os estados das regiões Norte e Nordeste apresentaram os maiores valores de subnotificação, e a região Sul apresentou os menores valores de casos subnotificados. Que evidencia as disparidades regionais na taxa de incidência da SG e na qualidade da assistência pré-natal, bem como enfatiza a necessidade de melhorar a qualidade das informações registradas no SINAN,	Foram calculados os percentuais de casos subnotificados para todo o período do estudo, não permitindo analisar possíveis melhorias ou retrocessos na qualidade da informação ao longo do tempo.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

				considerando a importância da vigilância da doença em todo o país	
SOARES et al., 2023	Analisar a distribuição espacial da sífilis em gestante de 2008 a 2018 no Brasil e identificar correlações com aspectos socioeconômicos e de saúde.	SINAN.	Análise de autocorrelação espacial Índice de Moran global e local	A análise espacial da SG no Brasil mostrou aglomerados altos-altos de taxas de detecção no Sul e Centro-Oeste. Por outro lado, a região central do Nordeste apresentou aglomerados baixos-baixos. O índice de desenvolvimento humano indicou a influência de aspectos socioeconômicos em diversas regiões do país	Utilização de dados secundários dos sistemas de informação brasileiro, e possível subnotificação
RAIMUNDO et al., 2021	Analisar a distribuição espacial dos casos de sífilis congênita em um estado do Nordeste do Brasil.	SINAN.	Análise de varredura de espaço-temporal; Modelo	As 1ª,3ª,7ª Regiões de saúde, com agrupamento espacial abrangendo a 3ª, 5ª e 7ª Regiões, foram as mais	Utilização de dados secundários, pois podem estar relacionados a informações de

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

			bayesiano, Análise de Autocorrelação espacial Índice de Moran global e local.	acometidas pela doença, com risco aumentado para sífilis congênita em até 2,65 vezes.	notificação incompletas e à possibilidade de subnotificação, contribuindo para a subestimação da real situação epidemiológica da sífilis congênita no Estado analisado.
SEABRA et al., 2022	Analisar o cenário epidemiológico da sífilis congênita no Brasil utilizando técnicas de análise espacial.	SINAN.	Análise de varredura espaço-temporal, análise de autocorrelação espacial, índice de Moran global e local, Kernel.	Considerando que a SC é uma doença evitável, a recente mudança no financiamento federal para a Atenção Básica no Brasil pode melhorar os indicadores de saúde materno-infantil, o Ministério da Saúde brasileiro lançou a política Previnha Brasil que transfere recursos aos municípios	Subnotificação de casos de SC devido à utilização de dados secundários, o que pode implicar que a taxa de incidência de SC pode ser superior às apresentadas.

**REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO
POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA**

				com base em seus indicadores de saúde.	
SOARES et al., 2020	Analisar a distribuição espacial da sífilis em gestantes e da sífilis congênita no estado do Espírito Santo, Brasil, no período de 2011 a 2018.	SINAN	Modelo Bayesiano, Autocorrelação espacial Índice de Moran global.	Foram identificados cerca de 30 municípios com maior ocorrência dos desfechos, e cerca de 14 municípios com elevada proporção de sífilis congênita e baixa proporção em gestantes.	Inclui a inferência na análise dos dados, pois as variáveis devem ser interpretadas de forma agrupada. Uma outra limitação do estudo está na possibilidade de flutuação das taxas brutas de incidência em municípios de pequeno e médio porte, ou pequena população.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

DISCUSSÃO

Após a leitura dos artigos foi possível identificar o perfil e comportamento da sífilis, o qual os aglomerados correlacionam-se com os marcadores socioespaciais¹⁰⁻⁸ e perfis epidemiológicos^{10,13,14,15,16,19,20}, caracterizados por alta densidade populacional²¹⁻⁴, pré-natal inadequado^{15,16,17,18,21,22,25}, migração para áreas desenvolvidas e/ou em desenvolvimento^{13,16,21,22}.

Em relação ao cenário, é de grande relevância destacar os países com maior publicação de estudos sobre o tema, especialmente considerando a dicotomia entre países. Na China, uma das maiores potências mundiais, a sífilis permanece como problema de saúde pública, o aumento dos casos de sífilis está diretamente ligado ao ressurgimento da infecção no país nos últimos anos, após ter sido erradicada na década de 1960^{19,24}. Já o Brasil é considerado um país emergente, que enfrenta vários desafios no sistema de saúde, devido à grande extensão territorial com disparidades no acesso ao serviço de saúde em diferentes regiões e populações vulnerabilizadas, problemas socioeconômicos e subnotificação de casos¹⁶⁻⁸.

Portanto, a discussão dos conteúdos foi dividida nas seguintes categorias de análise: Abordagens sociodemográficas e epidemiológicas da sífilis; Estratégia de mapeamento e análise dos dados; Desafios dos estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários.

Abordagens sociodemográficas e epidemiológicas da sífilis

Os estudos selecionados que abordaram as tecnologias de análise espaço-temporal, possibilitam evidenciar que a sífilis apresenta elevada e crescente prevalência em populações em situação de vulnerabilidade, entre os estudos que abordaram tais questões, as características sociodemográficas revelaram um perfil de homens que fazem sexo com homens¹¹⁻³, maior proporção da doença em mulheres^{16,21,23} particularmente pardas/pretas¹⁰, trabalhadoras do sexo²¹ e com baixa escolaridade¹⁴.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Estudos que abordam a infecção em homens que fazem sexo com homens indicam certa vulnerabilidade dessa população frente ao agravo¹¹⁻³. Dentre esses estudos, um realizado em Toronto no Canadá, no período de 2006 a 2010, demonstrou que 79% de todos os pacientes do sexo masculino com sífilis relataram ter feito sexo com outros homens, o que sugere que os homens que vivem em áreas de surto de sífilis migram para o centro em busca de relações sexuais¹³.

No que tange aos aspectos raciais relacionados à sífilis, apenas dois estudos abordaram a temática; um realizado em Londres em que a sífilis primária foi de maior ocorrência em homens brancos¹²; e outro, realizado nos 645 municípios do estado de São Paulo - Brasil¹⁰, que identificou uma mudança no perfil étnico/racial de mulheres diagnosticadas com sífilis, no ano de 2007 a maioria das notificações eram de mulheres brancas e, no ano de 2018 a maioria foi em pretas ou pardas.

Tais apontamentos refletem a série histórica do racismo estrutural existente e retratam um problema de saúde pública, uma vez que a desigualdade social e econômica vivida pela população negra impulsionou o desenvolvimento de fatores de risco como abuso de substâncias, estigma da doença, violência doméstica, comportamento sexual de risco e habitação instável que aumenta a taxa de migração para outros locais²⁶.

Diante desse cenário, cabe destacar a desumana e racista Experiência Tuskegee vivenciada nos Estados Unidos no período de 1932 a 1972 que objetivava observar o desenvolvimento da sífilis em homens negros sem qualquer tratamento, favorecendo a descrença da população negra sobre a comunidade médica e o aumento do estigma sobre a doença por estereótipos negativos vivenciados²⁷.

Foi possível identificar uma considerável quantidade de estudos desenvolvidos nas províncias da China^{15,20-3}, que pode ser justificada pelo plano de prevenção criado em 2010 com o objetivo de reduzir a incidência de sífilis primária e secundária no país²², pelo aumento das doenças infecciosas e pela dificuldade de controle devido à grande densidade populacional aliada à alta taxa de migração do país¹⁵.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Dados recentes indicam que a incidência de sífilis na China manteve tendência de crescimento de 11,55% nos períodos de 2002 a 2021²⁸. Assim, o crescimento no número de casos no país pode ter resultado no aumento do número de estudos que buscam analisar esse problema de saúde pública²¹⁻².

No Brasil as subpopulações da sífilis são bem delimitadas nos estudos^{10-8,25}. Visto que, a sífilis adquirida, gestacional e congênita são classificadas como doenças de notificação compulsória respectivamente em 2010, 2005 e 1986, a inclusão desses dados possibilitou uma melhoria significativa nos diagnósticos epidemiológicos em áreas geográficas específicas, visto que há uma padronização e critério de definição de cada agravo, conforme preconizado pelos sistemas de informação em saúde²⁹.

Um estudo conduzido no Paraná, estado da região sul do Brasil, analisou a tendência e a distribuição espacial de seis doenças de notificação compulsória em gestantes no período de 2013 a 2016, e destas, a sífilis apresentou maior taxa de incidência representando 30,8% das doenças analisadas e a segunda maior taxa de detecção com 141,7 casos por 10.000 nascidos vivos, ficando atrás somente da dengue¹⁹. Não obstante, em um estudo realizado no mesmo país, no período de 2013 a 2017, dos casos notificados de gestantes com sífilis, 50% receberam tratamento inadequado, e 32,1% dos parceiros não foram tratados, o que eleva o risco da gestante e da sífilis congênita¹⁴.

A diferenciação dos padrões epidemiológicos da sífilis é fundamental para compreender como essa infecção se manifesta em diferentes grupos populacionais e regiões geográficas, considerando variações na incidência da doença, grupos etários mais afetados, subpopulação incidente, fatores de risco predominantes e características das lesões associadas¹⁷.

Por fim, para elucidar o manejo dos casos de sífilis com relação à todos aspectos já apontados acima, foi possível observar de forma complementar aos objetivo da pesquisa, que do total dos 16 estudos selecionados, 4 (25,00%) das obras, apresentavam

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

como população de estudo os casos de sífilis adquirida, 6 (37,50 %) os casos de sífilis em gestante, 5 (31,25%) casos de sífilis congênita e 5 (31,25%) artigos, não faziam especificações das subpopulações mencionando apenas o contexto geral da sífilis. A fim de elucidar, houve estudos que abordaram dois agravos.

Estratégia de mapeamento e análise dos dados

A prevenção precoce da sífilis é uma estratégia eficaz para interromper a cadeia de transmissão da doença, ocorre através da identificação de áreas e regiões espaciais de alto risco de incidência de sífilis, e possíveis relações com os fatores socioeconômicos e de recursos em saúde³⁰. Os artigos selecionados apontam o uso da distribuição espacial e espaço-temporal como opção estratégica e eficaz para o processo de vigilância em saúde da sífilis. Destacam-se como fatores geográficos que contribuem para a maior ocorrência da sífilis: áreas que possuem grandes aglomerados populacionais^{17-8,21} e países com economias em desenvolvimento²²⁻³ devido às altas taxas de migração para esses locais.

A visualização da distribuição geográfica de eventos de saúde em mapas, juntamente com análises de fatores relacionados, oferece uma ferramenta valiosa para compreender, prevenir e controlar doenças e problemas de saúde em uma área específica. Isso não apenas ajuda na alocação eficiente de recursos e esforços, mas também contribui para uma abordagem mais precisa e direcionada às necessidades de saúde da população³¹.

No contexto das tecnologias de análise espacial, uma outra metodologia de análise bastante empregada na realização dos estudos da pesquisa foi o Índice de Moran Global que consiste na análise exploratória espacial fundamental para a caracterização da dependência espacial, relacionando os valores observados de um atributo em uma região e se é dependente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas, a fim de identificar a autocorrelação espacial³¹.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Os métodos de autocorrelação espacial foram usados para analisar as características de distribuição espacial da incidência de sífilis, nos estudos^{16-8,21-5} o Índice de Moran Global apresentou autocorrelação positiva para a incidência da sífilis. Já o Indicador Local de Associação Espacial (LISA) foi utilizado com vistas à identificação de aglomerados espaciais e suas significâncias estatísticas^{16-8,21,22,24}.

Em síntese, e também de forma mais recente quando comparado às demais técnicas mencionadas acima, cabe mencionar a potencialidade de análise do modelo bayesiano que pode ser utilizado no mapeamento de doenças e seus riscos, testando hipóteses, estabelecendo correlações entre as variáveis tendo em vista a possibilidade de conhecimento de áreas com maiores riscos, auxiliando na tomada de decisões em saúde, interpretando a implementação de ações existentes e intervindo para reduzir agravos através de programas de prevenção nos sistemas de saúde³².

Tal método foi utilizado em estudos realizados na China²¹, Canadá¹³, Brasil¹⁵ utilizando a estimativa *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC)³³, e no Brasil¹⁰ e no Canadá²³, utilizaram a estimativa de parâmetro pelo método *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA)³⁴.

Tais estudos buscaram relacionar os determinantes sociais e econômicos com o aumento das taxas de incidência da sífilis, como o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, pessoas com mais de 60 anos, número de profissionais de saúde por 10.000 habitantes, temperatura média anual de uma região²¹, municípios com grande número de habitantes, gravidez na adolescência, presença de comorbidades, como a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS)¹⁰, agregados familiares com baixa renda^{11,16,25} e aumento da instabilidade residencial^{13,25}. Assim, os determinantes sociais e econômicos apresentaram grande influência no crescente aumento dos casos de sífilis.

Uma importante evidência também identificada pela estratégia de análise utilizada no estudo realizado no Canadá foi a desigualdade no acesso aos testes de IST's, descobriu-se que os testes de sífilis diminuem gradativamente à medida que as pessoas

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

se distanciam do centro da cidade, e destaca-se a importância da expansão de testes e iniciativas de prevenção em áreas mais suburbanas da cidade onde se encontram as populações mais vulneráveis¹¹.

No contexto da sífilis congênita, nos estudos que abordaram a distribuição espacial dos casos^{17,18,20,25}, a análise espacial pôde colaborar em ações de saúde pública eficazes nos Sistema de Saúde, direcionadas a busca, notificação dos casos, educação em saúde e na otimização da vigilância epidemiológica com capacidade de gerar dados qualificados em saúde e informação, para assim poder qualificar as ações dentro da APS.

Ainda abordando estratégias de mapeamento de dados, a estimativa de densidade de Kernel foi utilizada para mapeamento de áreas quentes estatisticamente significativas em dois estudos^{15,18}. Sua aplicação foi evidenciada em análise realizada no Brasil abordando a sífilis adquirida, gestante e congênita, onde o georreferenciamento dos casos notificados identificou que a incidência de sífilis se concentrou em regiões com maior vulnerabilidade social e consequentemente em pessoas que apresentavam menor renda familiar¹⁴.

Em outro estudo com a população de sífilis congênita no Brasil¹⁸, a estimativa de densidade por Kernel mostrou uma interiorização da doença em todo o país, e a melhora nas taxas de detecção dos casos no sistema de notificação, no período de estudo de 2015 a 2018, devido às ações de saúde implementadas como a Agenda de Ações estratégicas para redução da sífilis congênita em 2016. Mais recentemente, essas estratégias vêm sendo reestruturadas e ampliadas por meio da Rede Alyne, criada em 2024, que fortalece a organização da atenção pré-natal, ao parto e ao cuidado neonatal no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS)³⁵.

Outra técnica que se articula com o tamanho da população, na ocasião a população de risco, é a estatística de varredura espacial e espaço-temporal que foi proposta por Kulldorff para identificar a localização do aglomerado espacial e espaço-

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

temporal. Este método tem sido usado em todo o mundo para detectar agrupamento de doenças, os clusters e como determinada doença está distribuída no território, de forma uniforme ou heterogênea – detectando clusters de proteção ou risco, com cálculo da Relação de Risco (RR) com significância estatística para determinada doença e/ou agravo³⁶.

Destaca-se que o RR é definido como a razão do risco de desenvolver os agravos em uma área, em relação à razão de risco de desenvolver os agravos fora desta área. A identificação do RR dos aglomerados proporciona a comparação de informações em áreas dessemelhantes, pois os efeitos das diferentes populações são desconsiderados, resultando assim na intensidade de ocorrência do fenômeno sob análise em toda a área do estudo³⁷.

A aplicação da técnica de varredura espacial e espaço-temporal nos estudos^{12-3,16,18,20-3} detectou a dinâmica de evolução da sífilis em regiões de alto risco localizadas nas áreas de rápido desenvolvimento da indústria e urbanização com aumento da migração devido à economia desenvolvida ou em desenvolvimento²¹⁻² com a maior alocação de recursos para a saúde, oportunidade de empregos e melhor qualidade de vida e que foi acompanhado por um aumento do número de casos de sífilis^{23,17}.

No entanto, tais fatores impactam diretamente no controle das ISTs, uma vez que o rastreamento das doenças é comprometido pelo grande fluxo populacional²¹, condições socioeconômicas desfavorecidas, problemas psicológicos, que também favorecem comportamentos sexuais desprotegidos devido à baixa percepção de risco, resultando em maior exposição à infecção por sífilis¹⁹. A título elucidativo, na China as doenças são categorizadas com base na sua gravidade, facilidade de propagação e impacto na saúde pública, agrupando-as em classes A, B ou C. A sífilis ocupa o terceiro lugar de infecção mais comum de notificação compulsória de classe B, representando a proporção de 14,25% das doenças e 433.974 casos notificados em 2015²⁴.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Em estudo realizado em todas as capitais do Brasil¹⁸, a análise espaço-temporal indicou que as capitais brasileiras Recife, Campo Grande, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Manaus são as cidades com maior risco espacial e espaço-temporal de sífilis congênita.

De forma complementar, ficou evidenciado pela tecnologia de análise espaço-temporais, que a grande quantidade de casos de sífilis ao longo de vários meses, pode indicar contatos sexuais recentes, e que necessitam de uma gestão eficaz através de estratégias de notificação aos parceiros, para serem controlados rapidamente eliminando a cadeia de transmissão¹².

Por fim, com base nas evidências encontradas, é possível afirmar que as técnicas de análise espaciais e espaço-temporais consistem em uma importante ferramenta para o planejamento das intervenções de saúde, com enfoque local, tendo como ponto de partida a identificação de áreas de concentração e da movimentação dos casos ao longo do tempo²³, favorecendo inclusive a otimização de recursos, e elaboração de ações auxiliando na redução dos agravos através de programas de prevenção. Ademais, várias dessas análises utilizam relações de vizinhança que evitam as flutuações aleatórias que poderiam estar presentes nos cenários com registros subnotificados de populações e/ou casos¹⁰.

Desafios dos estudos com dados secundários

Os estudos analisados possuem algumas limitações mencionadas inclusive pelos próprios autores, que foram relacionadas principalmente com o uso de dados secundários (coletados em bancos de dados e sites de domínio público ou prontuários eletrônicos dos pacientes), nos quais algumas informações são limitadas e de diferentes sistemas de informação, influenciando a qualidade dos serviços de vigilância local,

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

ausência de notificação sobre o tipo de sífilis^{14,19,21-3} e características clínicas não registradas.

De forma complementar a estas menções, cabe ressaltar que a utilização de dados secundários deve levar em consideração a possibilidade de subnotificação, que por sinal, esteve presente na maioria dos estudos^{10-2,14-8,20,23}, e a possibilidade limitada de informações qualificadas, que é comum nos dados de vigilância e estudos epidemiológicos, pois por estigma ou até mesmo desconhecimento da doença, alguns indivíduos tiveram medo de fornecer seus endereços impactando diretamente na geolocalização dos casos, controle, rastreo e tratamento da sífilis^{11,13}.

Além disso, apesar de compreender a potencialidade dos estudos ecológicos, principalmente pela possibilidade de mensuração em uma grande amostra populacional de uma área geográfica delimitada, se constituindo em uma alternativa nos cenários com impossibilidade de dados individuais ou insuficientes e de difícil acesso⁴, cabe mencionar um viés que é bastante presente neste tipo de estudos, que é a falácia ecológica³⁸⁻⁹. Somente um estudo abordou este risco em suas limitações²¹, o que infere diretamente na interpretação dos dados, e não necessariamente indica que os indivíduos expostos nos estudos tenham maior risco de contrair a sífilis do que os indivíduos que não foram expostos, uma vez que a amostra populacional não é completamente homogênea em questão da exposição.

Em síntese, destaca-se que a relação ecológica identificada em um grupo de população ou em um nível agregado, não necessariamente pode ser utilizada para explicar as relações em níveis individuais, em alguns casos, a correlação num nível pode desaparecer completamente num outro nível, ou pode até ser revertida, sendo necessária cautela ao analisar os dados e as associações presentes nos estudos⁴⁰.

Desta mesma forma, vale contrapor que o uso de fontes de dados secundárias e agrupados auxilia e potencializa a relação custo-benefício de uma pesquisa, essencialmente quando os recursos físicos, financeiros e temporais são limitados, o que

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

ascende a possibilidade das tecnologias espaço-temporais como uma ferramenta de impacto mundial para a saúde pública⁴. No entanto, é preciso ampliar e qualificar a fonte de dados, pois em estudos realizados no Brasil^{10,39}, houve o apontamento da falta de acesso às variáveis indicativas de vulnerabilidade programática como o da disponibilidade de penicilina, que no ano de 2014 apresentou um déficit de matéria prima em todo o mundo, bem como a cobertura de testagem no rastreo da sífilis, informações estas que poderiam contribuir impreterivelmente na compreensão dos aspectos que se relacionam com a persistência dos casos de sífilis, que consiste uma doença milenar.

Para finalizar, como em qualquer pesquisa realizada, está também apresenta limitações que precisam ser registradas, como a busca por obras com perfil *open access* e texto completo, tais ações podem ter excluído outros estudos que poderiam subsidiar o desenvolvimento da discussão da temática.

CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo, foi possível observar a importância do uso das tecnologias de análises espaciais e espaço-temporais em estudos epidemiológicos para identificar as áreas de risco e os fatores associados à sífilis e esta ferramenta é utilizada parcialmente no mundo, com registro de estudos no Brasil, China, Canadá e Inglaterra, ademais, não foram detectadas evidências ou relatos de que tais análises foram agregadas como instrumento de gestão das autoridades de saúde.

Além disso, ficou evidente nos estudos, que a sífilis não se limita apenas a ocorrência dos casos, mas também se relaciona aos fatores sociais, demográficos, econômicos, culturais, de acesso aos serviços e de modelo de atenção alusivos à vigilância em saúde como base propulsora às necessidade de saúde, uma vez que vários estudos não faziam distinção das populações afetadas pela doença, como população

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

geral, que reflete o contexto da sífilis adquirida, em gestantes e em crianças nos casos de sífilis congênita.

Em síntese, apesar do rápido avanço do conhecimento e de ferramentas de análises espaciais e espaço-temporais, possibilitado inclusive pela aplicação de métodos robustos como o de Modelagem Bayesiana, ficou evidente que das obras selecionadas, não houve aplicação de métodos espaciais multivariados e de tendências de variações espaciais considerando principalmente as subpopulações afetadas pela sífilis (adquirida, em gestante e congênita) e que estudos futuros poderiam trazer tais contribuições.

Como contribuições para o ensino, reforça-se a necessidade de qualificar a formação em epidemiologia espacial e análise de dados. Na pesquisa, evidencia-se a importância de ampliar o uso de métodos analíticos mais robustos e abordagens que considerem determinantes sociais. Na assistência, essas ferramentas favorecem a identificação de áreas prioritárias e o aprimoramento das ações de prevenção e vigilância. Na gestão, contribuem para o planejamento e a alocação mais equitativa de recursos, fortalecendo a tomada de decisão baseada em evidências.

REFERÊNCIAS

- ¹ Pan American Health Organization (PAHO). Stakeholder Meeting to Address the Rise of Syphilis in the Region of the Americas. Washington, D.C.: PAHO, 2022. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56166>. Acess:15 jan 2024
- ² Rosset F, Celoria V, Delmonte S, Mastorino L, Sciamarrelli N, Boskovic S, Ribero S, Quaglino P. The epidemiology of syphilis worldwide in the last decade. J Clin Med. 2025;14(15):5308. doi:10.3390/jcm14155308.
- ³ World Health Organization (WHO). Seventy-fourth World Health Assembly - #WHA74. 2021b. Disponível em: <https://www.who.int/about/governance/world-health-assembly/seventy-fourth-world-health-assembly>

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

- ⁴ Castro-Cely Y, Orjuela-Ramírez ME. Estudios ecológicos: herramienta clave para la salud pública. *Revista de Salud Pública*, [S.l.], 2021;23(6):1. DOI: <https://doi.org/10.15446/rsap.V23n6.94546>
- ⁵ Virk A, Qin H, Shahid MM, Liu H, Feng C, Allison K. The Impact of Social Determinants of Health on Ocular Diseases in Western New York: A Comparative Ecological Study of Two U.S. Counties. *Healthcare*. 2025; 13(23):3089. <https://doi.org/10.3390/healthcare13233089>.
- ⁶ Mendes KDS, Silveira RC de CP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto contexto - enferm* [Internet]. 2008Oct;17(4):758–64. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>.
- ⁷ Araújo WC. Recuperação da informação em saúde: Construção, modelos e estratégias. *Convergências em Ciência da Informação*, 2020;10;3(2):100–134. DOI: <https://doi.org/10.33467/conci.v3i2.13447>
- ⁸ Escaldelai FM, Escaldelai L, Bergamaschi DP. Sistema “Apoio à Revisão Sistemática”: solução web para gerenciamento de duplicatas e seleção de artigos elegíveis. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 25, e220030, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720220030.2>
- ⁹ Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt P, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 2021;372(71). DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- ¹⁰ Medeiros JA, Yamamura M, Silva ZP, Domingues CS, Waldaman EA, Chiaravavalloti-Neto F. Spatiotemporal dynamics of syphilis in pregnant women and congenital syphilis in the state of São Paulo, Brazil. *Scientific Reports*, 2022, 12: 585, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04530-y>
- ¹¹ Salway T, Dionne G, Christine K, David R, Vanessa R, Sunny M, et al. Spatial-Temporal Epidemiology of the Syphilis Epidemic in Relation to Neighborhood-Level Structural Factors in British Columbia, 2005–2016. *Sexually Transmitted Diseases*, 2019;46(9):571-578. DOI: <https://doi.org/10.1097/OLQ.0000000000001034>
- ¹² Petersen J, Gibin M, Sile B, Simms I. Identifying and interpreting spatiotemporal variation in diagnoses of infectious syphilis among men, England: 2009 to 2013. *Sexually Transmitted Infections*, 2016;92:380-386. DOI: <https://doi.org/10.1136/sextrans-2015-052306>

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

- ¹³ Gesink D, Wang S, Norwood T, Sullivan A, Al-Bargash D, Shahin R. Spatial Epidemiology of the Syphilis Epidemic in Toronto, Canada. *Sexually Transmitted Diseases*, 2014;41(11): 637-648. DOI: <https://doi.org/10.1097/OLQ.0000000000000196>
- ¹⁴ Lino CM, Sousa MD, Batista MJ. Epidemiological profile, spatial distribution, and syphilis time series: a cross-sectional study in a Brazilian municipality. *Journal of Infection in Developing Countries*, 2021;15(10):1462–1470. DOI: <https://doi.org/10.3855/jidc.13780>
- ¹⁵ Oliveira GL, Ferreira AJ, Teles CA, Paixão ES, Fiaccone R, Lana R. Estimating the real burden of gestational syphilis in Brazil, 2007–2018: a Bayesian modeling study. *The Lancet Regional Health - Americas*, Volume 25, 2023, 100564. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100564>
- ¹⁶ Soares K, Spatial analysis of syphilis in pregnancy and congenital syphilis in the state of Espírito Santo, Brazil, 2011-2018. *Epidemiol. Serv. Saude*, Brasília, 2019;28(3):e2018197. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000300005>
- ¹⁷ Raimundo DM, Sousa GJB, Silva ABP, Almino RHSC, Prado NCC, Silva RAR. Spatial analysis of congenital syphilis in the State of Rio Grande do Norte, between 2008 and 2018. *Rev Esc Enferm USP*. 2021;55:e20200578. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2020-0578>
- ¹⁸ Seabra I, Ferreira GR, Sorensen W, Oliveira C, Parente AT, Gir E, et al. Spatial scenery of congenital syphilis in Brazil between 2007 and 2018: an ecological study. *BMJ Open*, 2022;12(4):e058270. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-058270>
- ¹⁹ Hu YF, Sun ZQ, Hong FC, Lan LN, Pan P, Mo YS, et al. Spatial and temporal patterns of primary and secondary syphilis in Shenzhen, China. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi = Zhonghua Liuxingbingxue Zazhi*, v. 31, n. 8, p. 876–879, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5772/22406>
- ²⁰ Falavina LP, Lentsck MH, Mathias TA. Trend and spatial distribution of infectious diseases in pregnant women in the state of Paraná-Brazil. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 2019;27:3160. DOI: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2838.3160>
- ²¹ Zhu X, Zhu Z, Gu L, Zhan Y, Gu H, Yao Q, Li X. Spatio-temporal variation on syphilis from 2005 to 2018 in Zhejiang Province, China. *Frontiers in Public Health*, 2022;10:873754. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.873754>

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

- ²² Wang R, Li X, Hu Z, Jing W, Zhao Y. Spatial Heterogeneity and Its Influencing Factors of Syphilis in Ningxia, Northwest China, from 2004 to 2017: A Spatial Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022;19(17):10541. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191710541>
- ²³ Tang S, Shi L, Chen W, Zhao P, Zheng H, Yang B, et al. Spatiotemporal distribution and sociodemographic and socioeconomic factors associated with primary and secondary syphilis in Guangdong, China, 2005-2017. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2021;15(8):e0009621, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009621>
- ²⁴ Zhu B, Fu Y, Liu J, Mao J.. Spatial distribution of 12 class B notifiable infectious diseases in China: A retrospective study. *PloS One*, 2018;13(4):e0195568. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195568>
- ²⁵ Soares KKS, Prado TN do, Zandonade E, Moreira-Silva SF, Miranda AE. Análise espacial da sífilis em gestantes e sífilis congênita no estado do Espírito Santo, 2011-2018. *Epidemiol Serv Saúde* [Internet]. 2020;29(1):e2018193. Available from: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000100018>.
- ²⁶ Kisa, A., Kisa, S. Structural racism as a fundamental cause of health inequities: a scoping review. *Int J Equity Health* 24, 257 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12939-025-02644-7>
- ²⁷ Fang J, Partridge E, Bautista GM, Sankaran D. Congenital Syphilis Epidemiology, Prevention, and Management in the United States: A 2022 Update. *Cureus*, 2022;14(12):e33009, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.33009>
- ²⁸ Shu JT, Jiang T, Li CY, Zou MY, Zhou XY, Zhuang X, et al. Epidemiological characteristics and socioeconomic factors of sexually transmitted infections in China during 2002–2021. *BMC Public Health* 25, 2194 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22515->
- ²⁹ Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para atenção integral às pessoas com infecções sexualmente transmissíveis (IST) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2022. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_clinico_atecao_integral_ist.pdf.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

- ³⁰ Ramos JA, Persistence of syphilis as a challenge for the Brazilian public health: the solution is to strengthen SUS in defense of democracy and life. *Cad. Saúde Pública* 2022; 38(5):EN069022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT069022>
- ³¹ Chandran A, Roy P. Applications of geographical information system and spatial analysis in Indian health research: a systematic review. *BMC Health Serv Res.* 2024 Nov 21;24(1):1448. doi: 10.1186/s12913-024-11837-9.
- ³² Wang Y, Chen X, Xue F. A Review of Bayesian Spatiotemporal Models in Spatial Epidemiology. *ISPRS International Journal of Geo-Information.* 2024; 13(3):97. <https://doi.org/10.3390/ijgi13030097>
- ³³ Luan H, Ramsay D, Fuller D. Household income, active travel, and their interacting impact on body mass index in a sample of urban Canadians: a Bayesian spatial analysis. *International Journal of Health Geographics,* 2019;18(4). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12942-019-0168-x>
- ³⁴ Xia Z, Tang B, Qin L, Zhang H, Hu X. Spatially Dependent Bayesian Modeling of Geostatistics Data and Its Application for Tuberculosis (TB) in China. *Mathematics.* 2023; 11(19):4193. <https://doi.org/10.3390/math11194193>.
- ³⁵ Bernardino ABF, Alves CL, Oliveira LLF. Rede Alyne: processo histórico de criação e impactos iniciais. *Rev JRG Estud Acad.* 2025;8(19):e082639. doi:10.55892/jrg.v8i19.2639. Available from: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/2639>
- ³⁶ Aboushady AT, Mansou F, El Maghraby M, Teixeira B, Cunha S, Dantas M et al. The use of SatScan software to map spatiotemporal trends and detect disease clusters: a systematic review. *Commun Med* 5, 82 (2025). <https://doi.org/10.1038/s43856-024-00699-1>
- ³⁷ Saavedra RdC, Carvalho-Sauer R, Ichihara MYT, Costa MdCN, Soares ES, Teixeira MG. Analysis of the Spatiotemporal Spread of COVID-19 in Bahia, Brazil: A Cluster-Based Study, 2020–2022. *COVID.* 2025; 5(7):109. <https://doi.org/10.3390/covid5070109>
- ³⁸ Li Q. Assessing and adjusting for bias in ecological analysis using multiple sample datasets. *BMC Med Res Methodol* 25, 112 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12874-025-02552-y>

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

³⁹Ya-Chen Tina Shih, Cathy Bradley, K Robin Yabroff, Ecological and individualistic fallacies in health disparities research, JNCI: Journal of the National Cancer Institute, Volume 115, Issue 5, May 2023, Pages 488–491, <https://doi.org/10.1093/jnci/djad047>.

⁴⁰ SILVA JC, Costa AC, Ferreira AN, Bezerra JM, Pacoal LM, Santos FS, Neto MS. Geotechnologies applied in epidemiological studies on cases of covid-19: a narrative review. Rev. Epidemiol. Controle Infecç. 2022;12(4). DOI: <https://doi.org/10.17058/reci.v12i4.17646>.

Submetido em: 3/9/2024

Aceito em: 19/2/2026

Publicado em: 22/7/2026

Contribuições dos autores

Giovana Cristina Chirinéa Donida: Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original.

Janiel Conceição da Silva: Conceituação, Investigação, Metodologia, Disponibilização de ferramentas, Redação – revisão do manuscrito.

Monika Wernet: Validação de dados, Redação – revisão do manuscrito.

Raquel Gardini Sanches Palasio: Validação de dados, Redação – revisão do manuscrito.

Mellina Yamamura: Conceituação, Administração do projeto, Disponibilização de ferramentas, Supervisão, Validação de dados, Redação – revisão do manuscrito.

Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

REVISÃO INTEGRATIVA DAS TECNOLOGIAS DE ANÁLISES ESPACIAIS E ESPAÇO-TEMPORAIS DA SÍFILIS COMO POTENCIALIDADE PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA

Conflito de interesse: Não há conflito de interesse.

Financiamento: Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Autor correspondente: Janiel Conceição da Silva
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEnf)
Rodovia Washington Luis, km 235.
São Carlos/SP – Brasil. CEP: 13565-905
janiel.silva@estudante.ufscar.br

Editor: Dr. Matias Nunes Frizzo

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença Creative Commons.

