

## ANÁLISE DA RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COINFECÇÃO TB-HIV NO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE/RS

### ANALYSIS OF THE SPACE-TEMPORAL RELATIONSHIP OF TB-HIV CO-INFECTION IN THE CITY OF RIO GRANDE/RS

Laura Dorneles Lemes

Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil  
[lauradorneleslemes@gmail.com](mailto:lauradorneleslemes@gmail.com)

Carolina Larrosa de Oliveira Claro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rio Grande, RS, Brasil  
[carol.larrosa@riogrande.ifrs.edu.br](mailto:carol.larrosa@riogrande.ifrs.edu.br)

Júlia Nyland do Amaral Ribeiro

Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil  
[julianylandar@gmail.com](mailto:julianylandar@gmail.com)

#### RESUMO

A fragilidade imunológica causada pelo vírus do HIV acarreta uma vulnerabilidade para infecção por tuberculose (TB). Considerando o preocupante cenário da TB no município do Rio Grande/RS, este trabalho realiza uma análise espaço-temporal da coinfeção TB-HIV em cada uma de suas localidades, de 2010 a 2021, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados das notificações de TB do sistema SINAN, no formato de planilha eletrônica. Assim, definiu-se o perfil epidemiológico destes pacientes através de gráficos. Utilizou-se o *software Google Earth* no processo de georreferenciamento dos casos, e o *software QGIS* para a elaboração de produtos cartográficos. Através da plataforma *My Maps*, disponibilizou-se um mapa dinâmico com as localidades do município e a situação epidemiológica para TB. Identificou-se que a maioria dos pacientes são adultos do sexo masculino, cor branca e com ensino fundamental incompleto. Assim, espera-se que a gestão municipal possa ampliar sua visão relacionada à atuação da tuberculose no município, com enfoque na coinfeção TB-HIV. Este trabalho também evidencia a importância da aplicação do geoprocessamento em estudos da área.

**Palavras-chave:** Geografia. Saúde. Epidemiologia. Tuberculose. HIV.

#### ABSTRACT

The immunological fragility caused by the HIV virus entails vulnerability to tuberculosis (TB) infection. Considering the worrisome scenario of TB in the municipality of Rio Grande (RS), this paper performs a spatio-temporal analysis of TB-HIV co-infection in each of its localities, from 2010 to 2021, using geoprocessing tools. For the development of this work, data from TB notifications from the SINAN system were used, in spreadsheet format. Thus, the epidemiological profile of these patients was defined through graphics. The Google Earth software was used in the process of georeferencing the cases, and the QGIS software was used for the elaboration of cartographic products. Through the My Maps platform, a dynamic map was made available with the localities of the municipality and the epidemiological situation for TB. Thus, it is expected that the municipal management can broaden its vision related to the performance of TB in the municipality, focusing on TB-HIV co-infection. This work also highlights the importance of applying geoprocessing in studies of the area.

**Keywords:** Geography. Health. Epidemiology. Tuberculosis. HIV.

#### INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença transmissível que decorre da infecção, através das vias aéreas, pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis* (FIOCRUZ, 2013). Segundo o Ministério da Saúde (2022), a

Recebido em 28/06/2024

Aceito para publicação em: 05/11/2024.

doença é classificada como pulmonar ou extrapulmonar, e tem como principais sintomas febre vespertina, emagrecimento, sudorese, cansaço e, especialmente, tosse (Brasil, 2022).

Já o HIV (*Human Immunodeficiency Virus*), é um retrovírus e o causador da doença AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*). Esta doença é caracterizada pelo intenso ataque ao sistema imunológico humano, infectando o sistema nervoso e as células do sangue. De acordo com o Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis (DCCI), a contaminação pelo vírus do HIV acontece através de relações sexuais sem o uso de preservativos, compartilhamento de materiais perfurantes ou cortantes não esterilizados (como seringas) e, também, durante a gravidez, amamentação ou parto (Brasil, 2022).

Apesar de serem duas doenças diferentes, a tuberculose e o HIV acabam estabelecendo uma relação de coexistência na vida de determinados pacientes. Em virtude da fragilidade imunológica dos pacientes soropositivos, estes apresentam até 21 vezes mais chances de contrair a tuberculose (Brasil, 2022; WHO, 2021). Outros fatores como vulnerabilidade social e econômica também aumentam as chances do desenvolvimento da tuberculose (Brasil, 2021).

Nesse sentido, o uso do geoprocessamento se mostra essencial para a análise de diferentes áreas de estudo que se conectam entre si (Cardoso *et al.*, 2020). Para a compreensão e, principalmente, identificação das relações existentes entre as duas doenças apresentadas e, também, na área da saúde em geral, o uso do geoprocessamento merece destaque (De Pina; Santos, 2000). As técnicas de geoprocessamento possibilitam ao gestor em saúde uma visão abrangente do território a ser administrado, apontando, assim, áreas de maior vulnerabilidade.

A seguir, são apresentados conceitos importantes para a compreensão da ação desenvolvida. Além disso, também se expõe informações que dialogam com a relevância deste trabalho.

### **Tuberculose**

Transmissível pelo ar, a tuberculose foi descoberta no século XIX pelo médico alemão Robert Koch, por isso a bactéria *Mycobacterium tuberculosis* (causadora da doença) também é conhecida como bacilo de Koch. Apesar de evidências que comprovam a existência da doença anteriormente, apenas a partir de sua detecção oficial que se iniciaram estudos e ações mais profundas da TB (FIOCRUZ, 2013). A TB pode ser encontrada em até três formas: pulmonar, extrapulmonar e mista (junção das duas anteriores). Na forma pulmonar, a doença afeta os pulmões de maneira intensa e causa principalmente tosse com ou sem secreção que pode durar por 3 semanas ou mais, mas também pode provocar febre vespertina, cansaço, sudorese e emagrecimento (Brasil, 2021; WHO, 2021). Entretanto, quando se manifesta exterior aos pulmões (extrapulmonar), a doença pode acometer diversas regiões do corpo humano, como ossos, fígado, rins e meninges, causando assim, sintomas variados (MANUAL MSD, 2018). Segundo o Ministério da Saúde (MS), a tuberculose extrapulmonar ocorre geralmente em pessoas HIV positivas, por conta da fragilidade do sistema imunológico.

Uma informação pouco conhecida é que a infecção por TB ocorre quase que universalmente, ou seja, o bacilo de Koch passa pelo corpo do indivíduo ao longo de sua vida, mas não necessariamente o deixa doente. Se o sistema imunológico da pessoa funciona corretamente e o ambiente em que vive também se encontra em boas condições, é bastante provável que a doença não vá evoluir e se desenvolver. Aproximadamente, 10% da população infectada desenvolve a doença logo que entra em contato com a bactéria, ou depois de algum tempo com ela em seu sistema - por reativação ou reinfeção (Brasil, 2019). Um dos principais instrumentos utilizados como prevenção à TB é a vacina BCG (*Bacilo Calmette-Guérin*), que pode promover proteção até sobre as formas mais graves da doença. Recomenda-se que a aplicação da vacina ocorra em crianças com idade entre 0 e 4 anos (Brasil, 2019).

O tratamento para a tuberculose é feito, especialmente, por meio do uso de medicamentos durante um período de 6 meses. A maneira mais indicada de se realizar este processo é através do Tratamento Diretamente Observado (TDO), que consiste na ingestão dos medicamentos diariamente ou, no mínimo, três vezes na semana, na presença de um profissional da saúde. No Brasil, tanto os medicamentos, testes, vacinas e exames quanto os atendimentos são disponibilizados gratuitamente em todas as unidades de saúde públicas pelo Sistema Único de Saúde (SUS). É importante frisar que pacientes com comorbidades como HIV, hepatopatias e insuficiência renal necessitam de maior atenção especializada durante o tratamento da doença (Brasil, 2019).

Como já citado, a tuberculose é mais propícia a se desenvolver em indivíduos que vivem em situação de vulnerabilidade socioeconômica (Santos *et al.*, 2007). Segundo a Organização Mundial da Saúde

(OMS), 95% dos casos e mortes causadas pela TB se encontram em países em situação de desenvolvimento. No Brasil, pessoas em situação de rua, HIV positivas, privadas de liberdade e indígenas, são consideradas como principais alvos de observação no que se refere à TB (Brasil, 2022).

Em 2021, os estados Amazonas, Rio de Janeiro, Roraima, Acre, Pernambuco, Pará, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Amapá e São Paulo registraram um coeficiente de incidência da TB a cada 100 mil habitantes que superou os 33,8. Nesse mesmo ano, notou-se que enquanto o percentual de ocorrência de TB pulmonar diminuiu, a partir de 2012, em pessoas de raça branca, amarela e indígena, os casos em pessoas de raça preta e parda aumentaram significativamente, de 61,9% para 69% (Brasil, 2022).

Considerando as demandas apresentadas, no ano de 2017 elaborou-se o Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública. Este plano foi organizado pela Coordenação-Geral do Programa Nacional de Controle da Tuberculose (CGPNCT), do Ministério da Saúde, com a meta principal de atingir, até 2035, o máximo de 10 casos de tuberculose a cada 100 mil habitantes. O documento conta com dados referentes aos casos de tuberculose mundiais, mas, principalmente, do Brasil. Também traz os chamados “Pilares e princípios da estratégia pelo fim da tuberculose” que demonstram a importância dos avanços científicos para a área, assim como das melhorias em políticas públicas de saúde e sociais.

Em âmbito estadual, o Rio Grande do Sul tem realizado o monitoramento e análise dos eventos voltados para a TB. De acordo com o Informe Epidemiológico: Tuberculose 2021, disponibilizado pelo Programa Estadual de Controle da Tuberculose (PECT/RS), o número de mortes por TB variou entre 251 e 299 no período de 2015 a 2019. Também foram apontadas 6 regiões de saúde com uma porcentagem de cura menor que 50% - considerada ruim. Integrante da região de saúde 21 do estado, o município do Rio Grande atingiu em 2018 uma incidência de 77,6 casos novos de tuberculose a cada 100 mil habitantes. Já em 2019, a região de saúde na qual está inserido marcou um percentual de 14,5% no nível de abandono de tratamento, o 4º maior do Rio Grande do Sul (PECT/RS, 2020).

### ***Perfil epidemiológico da comorbidade TB-HIV***

De acordo com a OMS, indivíduos que vivem com o vírus do HIV têm até 21 vezes mais chance de desenvolver a tuberculose, e apresentam uma taxa de mortalidade mais elevada também. Em 2020, cerca de 215 mil pessoas vieram a óbito em decorrência da coinfeção entre as duas doenças, no ano de 2015 este dado era ainda mais alarmante, 400 mil óbitos (WHO, 2020).

O HIV é um vírus caracterizado por causar a doença Aids, que compromete intensivamente o sistema imunológico humano, o que provoca o desenvolvimento de novas doenças (Brasil, 2022). É conhecido principalmente por ser uma infecção sexualmente transmissível, mas também pode ocorrer de outras maneiras. Para que haja a transmissão é necessário que ocorra um contato direto do vírus com o organismo do outro indivíduo. Assim, a contaminação pode ocorrer através de relação sexual (sem uso de preservativo), de transfusão de sangue contaminado, do compartilhamento de seringas, acidentes com objetos cortantes infectados, e na relação da mãe para o feto na gestação, trabalho de parto e/ou durante o período de amamentação (Brasil, 2022).

Visto que as consequências dessa coinfeção são de extrema seriedade, um dos protocolos adotados durante o processo de tratamento da tuberculose é a testagem para o diagnóstico de HIV, que deve ser priorizado, especialmente, para pessoas em situação de vulnerabilidade social (Brasil, 2019). Em caso de resultado positivo, o paciente deve ser encaminhado para atendimento especializado e as etapas do tratamento da TB precisam de maior atenção, pois cada doença necessita de medicação e tratamento específico.

No ano de 2016, a OMS realizou uma “Classificação de países prioritários para o período de 2016 a 2020” referente à TB. Foram elaboradas diferentes listagens e quanto à coinfeção TB-HIV, o Brasil ficou classificado no ranking de prioridade na 19ª posição. Além disso, conforme um levantamento de dados feito pelo Ministério da Saúde, e publicado através do Boletim Epidemiológico: Panorama Epidemiológico da Coinfeção TB-HIV no Brasil 2020; foi possível constatar que no ano de 2019 cerca de 8 mil brasileiros foram confirmados com TB-HIV. Neste mesmo ano, o estado do Rio Grande do Sul apresentou o maior percentual de casos novos de coinfeção TB-HIV, juntamente de Santa Catarina, com 15,2% e seguido do Distrito Federal (DF) com 14%.

O Informe Epidemiológico Estado do Rio Grande do Sul de 2021, mostrou que a coinfeção TB-HIV do estado atingiu um percentual de aproximadamente 14,5% em 2019, mesmo ano em que a taxa nacional brasileira era de 8,6%. Uma análise dos anos de 2015 a 2020, mostrou que o município do Rio Grande se encontrava com um dos índices mais altos de proporção de coinfeção TB-HIV, incluso na região de saúde 21 do estado (PECT/RS, 2021). Segundo o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), de 2010 a 2022, Rio Grande registrou cerca de 600 casos de coinfeção das duas doenças, o terceiro maior valor para uma cidade gaúcha neste período, apenas atrás de Canoas e Porto Alegre.

### **Geografia da saúde**

É importante compreender que a saúde não se baseia apenas em números brutos sobre doenças, seja de uma população seja de um único indivíduo. Esta área necessita de uma visão que alcance todos os elementos característicos dos indivíduos, relacionando dados e gerando informações mais consistentes. Estes elementos podem variar e devem ser priorizados para cada tipo de análise em saúde, desde os básicos como sexo, escolaridade, local de moradia, até os mais complexos: etiologias de doenças, atividade sexual dos indivíduos, existência de outras comorbidades, uso de drogas, fatores socioeconômicos, entre outros (Guimarães, 2015).

Assim, a Geografia da Saúde emergiu como uma maneira de conciliar todos os princípios ambientais e espaciais que acarretam doenças. Apesar de não apresentar uma data exata de surgimento, a Geografia da Saúde começou a apresentar maior intensidade a partir do início da segunda metade do século XX. Desde então, a relação entre as áreas tem apresentado resultados cada vez melhores (Barcellos, 1996). Destaca-se a efetividade destes estudos principalmente para análises estatísticas, bastante importantes para o desenvolvimento da área da saúde (Cardoso *et al.*, 2020).

À medida que a tecnologia evoluiu, os estudos voltados para a área da Geografia da Saúde se aprimoraram. A possibilidade de exposição de dados socioeconômicos, e do território como um todo, através de produtos cartográficos, como mapas, tornou o processo de estudo da área da saúde muito mais simples e acessível. Mesmo que sejam utilizados há bastante tempo, é evidente que o avanço tecnológico das últimas décadas proporcionou uma maior facilidade e agilidade no processo de elaboração destes produtos, assim como a capacidade de explorar novas metodologias no processo.

O principal avanço para as análises envolvendo geografia e saúde foi o desenvolvimento das ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG). A utilização de softwares nos quais estas ferramentas estão presentes permite que dados obtidos sejam integrados e associados entre si e com o meio espacial, ideais para a Geografia da Saúde (Longley, 2013). O acompanhamento de rotas para atendimentos, a utilização de unidades de saúde, concentração de casos de doenças, estes são apenas alguns exemplos da aplicação das técnicas de geoprocessamento e, mais especificamente, de SIG para a Geografia da Saúde (De Pina; Santos, 2000).

### **Sistema de Informações Geográficas (SIG)**

Os Sistemas de Informações Geográficas, mais conhecidos como SIGs, surgiram durante a década de 1960, tendo a Guerra Fria como principal ponto para seu desenvolvimento. Estes sistemas realizam o processamento e armazenamento de informações geográficas e através de operações analíticas e do processamento automático dos dados inseridos em SIG, inúmeras investigações podem ser efetuadas (Longley, 2013).

Deve-se levar em consideração que a base das análises sempre será alguma informação espacial, já que o SIG depende de um detalhamento geográfico - quanto mais específico, melhor o resultado (Longley, 2013). A oferta de ferramentas nas quais se pode armazenar, calcular e visualizar informações caracteriza o SIG como um importante colaborador na interpretação de eventos no espaço geográfico (De Pina; Santos, 2000). Sua utilização também é favorável com relação aos custos e tempo de análise, portanto sendo útil para gestores do setor público e privado.

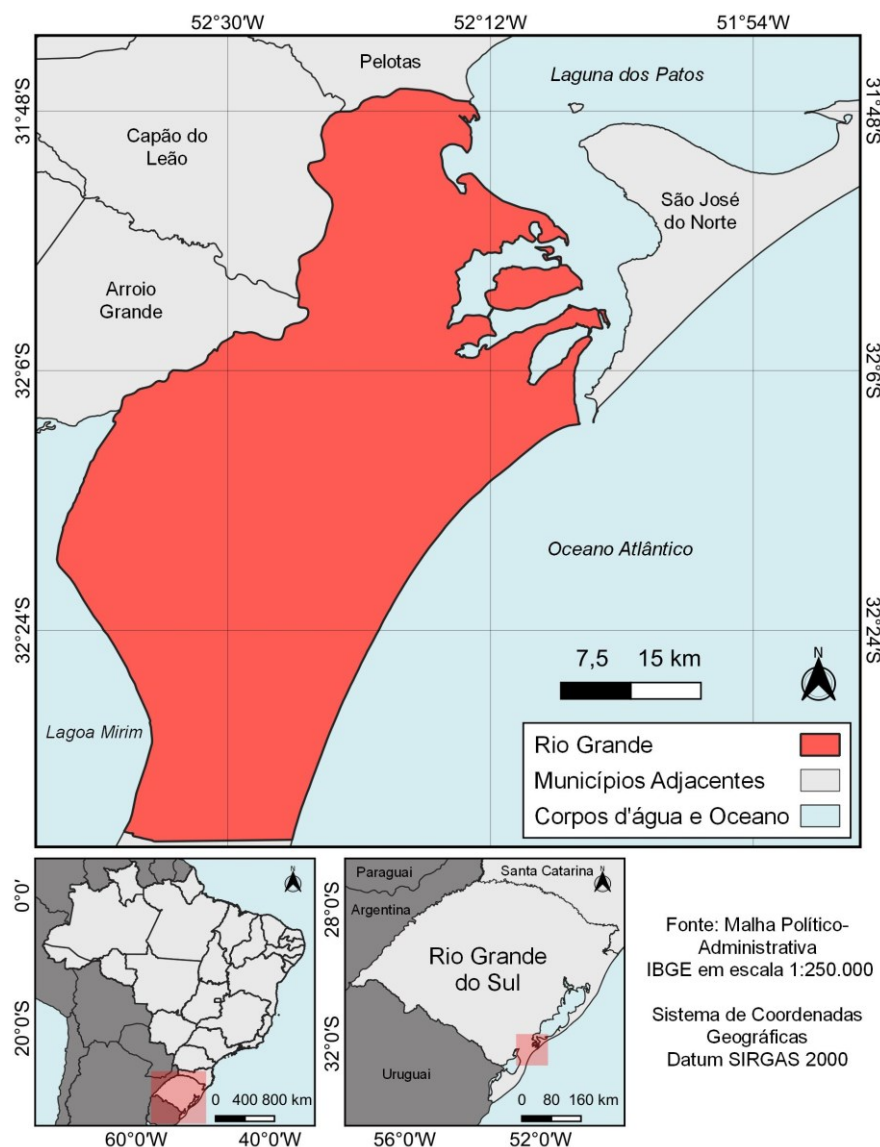
Para o campo da saúde, o uso de SIG vem possibilitando no decorrer dos anos um olhar cada vez mais específico sobre a ocorrência de doenças e seus fatores associados (Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente, 2021). No Brasil, isso não é diferente, o emprego destes sistemas tem sido essencial para promover ações governamentais voltadas para o Sistema Único de Saúde (SUS), no ajuste de procedimentos já existentes e na criação de novos (BRASIL, 2006). Além disso, a utilização destas ferramentas provenientes do geoprocessamento propicia um trabalho mais ágil e com menor custo, especialmente para os gestores públicos (Cardoso *et al.*, 2020).

Ao reduzir o campo de observação para os municípios, percebe-se ainda mais a importância do uso destas ferramentas. Além de também oferecer análises mais precisas, permite que a gestão municipal tenha mais autonomia para o controle dos desafios e ações do município, sem a dependência total de diagnósticos estaduais ou nacionais.

### Área de Estudo

No município do Rio Grande (Figura 1), situado ao sul do Rio Grande do Sul (RS), a situação da TB tem se mostrado preocupante ao longo do tempo.

Figura 1 – Município do Rio Grande/RS: Área de estudo, 2024



Elaboração: LEMES, L. D., 2024.

Nos anos de 2017 e 2018, o município foi classificado como uma das 20 cidades gaúchas com maior número de casos de tuberculose, de acordo com o Informe Epidemiológico da Tuberculose de 2020 (Programa Estadual de Controle da Tuberculose-PECT/RS). No mesmo Informe Epidemiológico, registrou-se que Rio Grande e Pelotas, município vizinho, tiveram juntos uma das maiores taxas de coinfeção TB-HIV do Estado, com 15,4%.

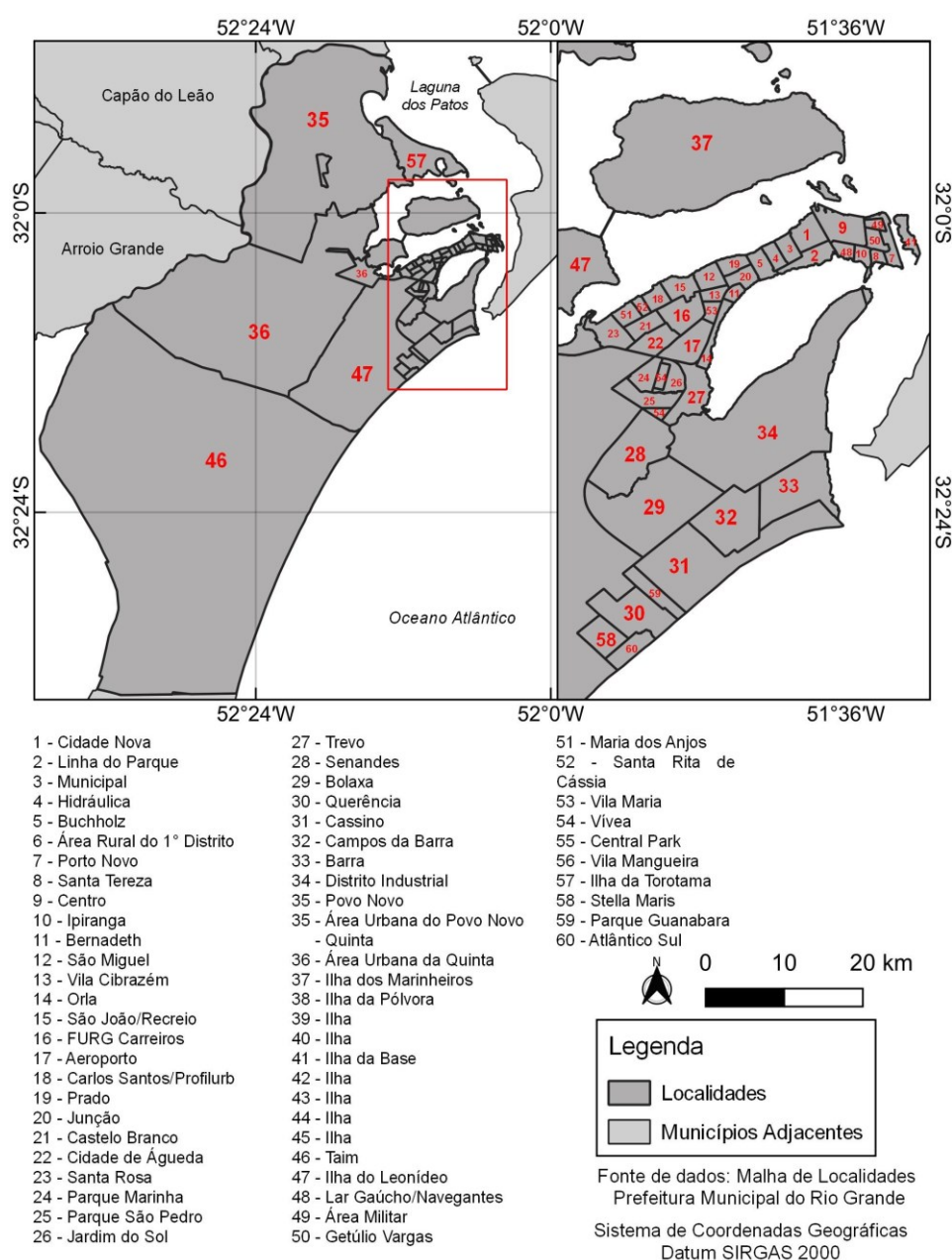
A partir do ano de 2018, o município do Rio Grande passou a receber uma atenção maior com relação à TB. Através de uma parceria entre Prefeitura Municipal, mais especificamente com a Secretaria de



Município da Saúde (SMS), e o curso de Geoprocessamento do IFRS – Campus Rio Grande (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul), deu-se início ao projeto “Mapeamento da Tuberculose no Município do Rio Grande”. Nesse projeto, são elaborados produtos e análises espaciais com registros de casos de tuberculose no município, no qual este trabalho está inserido.

Deste modo, considerando o histórico de dados referentes à coinfeção TB-HIV no município do Rio Grande, assim como a seriedade da contaminação pelas duas doenças, reforça-se a importância de um estudo aprofundado sobre a distribuição destes casos no território do município. Assim, neste trabalho buscou-se demonstrar as aplicações do geoprocessamento na representação de casos de coinfeção TB-HIV, bem como a sua distribuição espacial nas localidades (Figura 2), popularmente conhecidas como bairros. Considerando os dados disponibilizados pela SMS, o estudo contemplou um período de 11 anos, mais precisamente entre janeiro de 2010 a setembro de 2021 (todos os dados disponibilizados).

Figura 2 – Município do Rio Grande/RS: Divisão de localidades da área de estudo, 2024



Elaboração: LEMES, L. D., 2024.

## METODOLOGIA

Primeiramente, o projeto foi submetido para avaliação junto ao Núcleo Municipal de Educação em Saúde Coletiva (NUMESC) e ao comitê de ética em pesquisa da FURG, como ação de um projeto maior denominado “Abandono de tratamento e cura da tuberculose em pacientes residentes no município do Rio Grande: um estudo geoestatístico”. Após a aprovação, realizou-se o tratamento dos dados através de cessão de uma planilha eletrônica em formato XLS cedido pela Vigilância Epidemiológica Municipal. Os dados constantes neste arquivo são relacionados aos da ficha de notificação da TB apresentada no Portal do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan).

Após, foram realizados ajustes na planilha eletrônica recebida pela equipe da Vigilância Epidemiológica, bem como sua padronização. Esta etapa foi realizada na extensão do Google Planilhas que trabalha com dados compatíveis com o formato dos dados recebidos. A planilha contém um total de 134 colunas, com informações que variam de endereço de moradia até possíveis usuários de drogas, entre os pacientes registrados no ano de 2010 até setembro de 2021. Ao todo, foram 2370 notificações recebidas e para a composição de um arquivo específico da coinfeção TB-HIV foram utilizadas 633 notificações.

Foram estabelecidos parâmetros específicos para que todas as colunas ficassem padronizadas (nomenclatura, espaçamento, entre outros), proporcionando uma melhor visualização dos dados e a certeza de que não seriam ignorados. Os dois principais fatores que passaram por um processo de atualização e padronização foram: o nome das localidades (bairros), a zona a qual localidade pertence e o ano de registro das ocorrências. Algumas localidades e zonas do município tiveram sua nomenclatura renovada pela Prefeitura do município ao longo do ano de 2021, por isso a etapa de padronização desses nomes se mostrou ainda mais relevante.

Alguns dos problemas identificados nesta etapa foram campos sem preenchimento (como sexo, raça, idade, etc.), endereços digitados de forma equivocada (nome do logradouro não correspondia a nenhum logradouro municipal, forçando a uma busca por semelhantes dentro da localidade declarada pelo paciente). Campos passíveis de ajuste foram preenchidos e validados (por exemplo, a idade do paciente quando o campo da data de nascimento estava preenchido). Porém em casos nos quais não foi possível a extração da informação faltante, deixou-se o campo sem informação.

O ajuste da nomenclatura de todos os endereços foi necessário para que fosse possível o futuro georreferenciamento dos casos. Além disso, os endereços de pacientes institucionalizados também foram ajustados. Por exemplo, no caso de pessoas privadas de liberdade foram encontradas denominações diferentes para Penitenciária Estadual do Rio Grande, assim todos os endereços referentes a estas pessoas foram padronizados como “PERG”. Com relação à duplicidade de notificações manteve-se a notificação mais completa e excluiu-se do banco de dados a notificação com menos informações.

A existência de campos em branco deve receber uma atenção maior, já que significa o não reconhecimento de vários aspectos referentes à doença tanto de maneira social quanto individual, pois dados do paciente se perdem. Visto que a coinfeção TB-HIV, assim como a TB em geral, é um problema de saúde nacional e mundial, variáveis como medicação utilizada, tipos de exames feitos, tipo de TB e até mesmo relacionadas às comorbidades como o HIV, são de extrema importância para a definição de parâmetros de controle da doença. A negligência no preenchimento das fichas de notificação impede a identificação do real impacto da doença na vida da população, significando uma defasagem na administração da saúde pública.

Salienta-se que para o desenvolvimento das etapas deste trabalho, foram utilizados tanto os dados de TB geral, quanto os de TB-HIV, ambos contidos nos dados fornecidos pela Vigilância Epidemiológica. Para que os dados pudessem ser aplicados e trabalhados inteiramente sem erros, transcreveu-se todas as informações referentes às ocorrências de TB-HIV para uma planilha separada da original. Nesta pesquisa, foram desconsiderados os casos de pacientes residentes em outro município, mas que foram notificados com TB em Rio Grande. Depois de concluído, as informações passaram por um processo de verificação - com a finalidade de evitar possíveis falhas - e, depois, o arquivo foi salvo nos formatos .xls e .csv.

Por meio do *software* livre *Google Earth*, foi realizado o georreferenciamento dos casos de TB e TB-HIV. Para esta etapa, utilizou-se o endereço - nome da localidade, do logradouro e número da moradia -, fornecido por cada paciente. Esta atividade foi realizada em conjunto com as ações do

Programa GeoSaúde. O georreferenciamento consistiu na atribuição de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*) de longitude (X) e latitude (Y) para cada uma das ocorrências e o Datum WGS84 (padrão do *software Google Earth*). Para a organização destes dados, adicionou-se duas colunas na planilha utilizada, referentes a cada uma das coordenadas respectivamente, assim como apresentado na etapa anterior.

Para a realização do traçado do perfil epidemiológico do público TB e TB-HIV, foi utilizada a planilha ajustada na etapa anterior desta pesquisa. Na extensão livre *Google Planilhas* foram gerados gráficos com valores percentuais para os dois tipos de ocorrências e de todos os anos de abrangência desta pesquisa, ambos referentes às informações dos pacientes. Os gráficos foram classificados conforme: sexo, raça, faixa etária e escolaridade. Ressalta-se que estas nomenclaturas foram definidas de acordo com a ficha de notificação da TB do Portal do Sinan.

Para criação de um projeto em ambiente SIG, com os dados desta pesquisa, definiu-se, primeiramente, o *software* a ser utilizado, optou-se pelo *software* de acesso livre: QGIS 3.22.12. A seguir obteve-se o material necessário para gerar o projeto SIG, a fim de que pudessem ser visualizados os casos em questão no espaço. Para tanto, solicitou-se à Prefeitura Municipal do Rio Grande a cessão/ dos arquivos vetoriais, em formato *shapefile*, com delimitação das localidades municipais. Também se utilizou a planilha eletrônica no formato CSV com os dados de quantidades e espacialização dos casos de estudo.

Considerando a disponibilização de um mapa dinâmico na *web*, utilizou-se o Datum SIRGAS 2000, sistema UTM, Zona 22 S. Após a inserção dos dados em um ambiente SIG os produtos cartográficos foram elaborados. Ao total foram gerados doze produtos cartográficos, que representam por meio de figuras a distribuição dos casos de TB e coinfeção TB-HIV ao longo do território do município no período estudado (produtos apresentados na seção “Resultados”).

Por fim, para compreender a concentração e distribuição de registros de coinfeção de TB-HIV, utilizou-se a ferramenta de Interpolação do *software* QGIS 3.22.12 gerou-se dois mapas de calor (estimativa de densidade de kernel). Estes produtos mostram a concentração dos casos no município, com uma espécie de “mancha” que, neste caso, se torna mais escura nas regiões com maior número de casos. Deve-se considerar que para o funcionamento desta classificação é necessário que sejam definidos raios de abrangência, como o total de casos de tuberculose é maior que o de coinfeção TB-HIV foi necessário aplicar tamanhos de raio diferentes para o produto de cada um (500 m e 1000 m respectivamente).

Posteriormente, os arquivos vetoriais foram convertidos para o formato .kmz, para inserção na plataforma livre *Google My Maps*. Assim, foi possível construir um mapa dinâmico referente aos resultados obtidos. Empregando a delimitação de localidades do município como base principal, foram adicionadas as seguintes informações: nome da localidade, tipo (urbano ou rural), zona (número e nomenclatura) e quantidades de casos de TB e TB-HIV em cada localidade por ano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ***Perfil epidemiológico do público TB e TB-HIV***

Da planilha com as informações tabuladas e padronizadas, tem-se que das 633 notificações TB-HIV 143 declararam alcoolismo, 67 são pessoas privadas de liberdade, 34 declararam alguma doença mental, 20 em situação de rua e 20 tem como comorbidade diabetes. Ainda, 38,9% desses pacientes têm como situação de encerramento a cura da doença, 29% abandonam o tratamento, 11,7% vão a óbito por outras doenças que não a TB.

Mesmo com a etapa de padronização e inserção de informações, não foi possível preencher totalmente alguns atributos. Isso ocorreu pois são atributos referentes às individualidades dos pacientes como: o tipo de medicação utilizada, quais os testes realizados, entre outros.

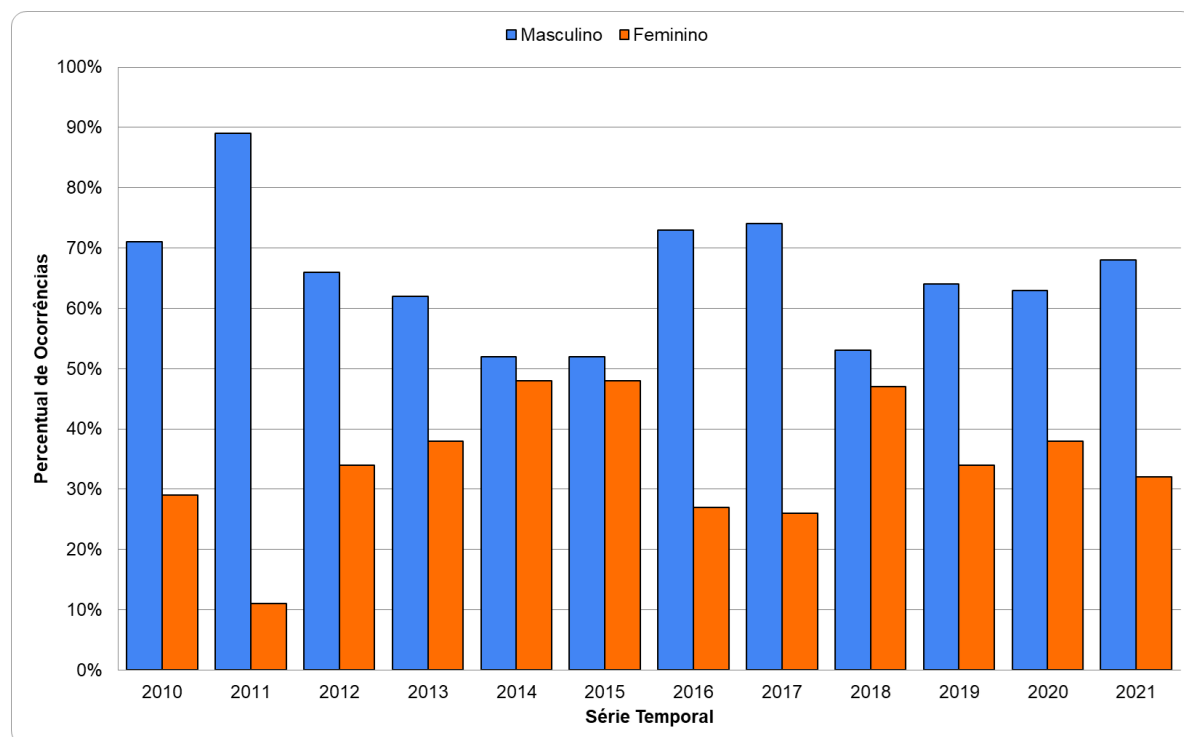
A partir das variáveis raça, sexo, idade e escolaridade contidas na planilha eletrônica trabalhada, foram gerados gráficos com valores percentuais para demonstrar a relação entre o perfil epidemiológico de ambos os casos, TB geral e coinfeção TB-HIV. Os gráficos trazem a visualização de toda a série temporal, o que facilita os cruzamentos de informações.

Identificou-se um nível maior de ocorrências em pessoas do sexo masculino tanto entre as ocorrências de TB-HIV (Figura 3) quanto entre as de TB geral. Para a coinfeção TB-HIV, os anos de



2014 e 2015 registraram a maior proximidade de quantidade de casos em ambos os sexos, nos quais a diferença se manteve menor que 10%. Já os anos 2011 e 2017 destacam-se com o maior número de pacientes do sexo masculino tanto com TB-HIV quanto TB. De acordo com dados do Ministério da Saúde, no Brasil os casos de tuberculose também apresentam sua maioria em indivíduos do sexo masculino. Em 2020, o coeficiente de casos novos masculinos atingiu 69%, para a região Sul 33 do país esse número aumentou para 69,5%.

Figura 3 – Ocorrências de coinfeção TB-HIV de 2010 a 2021 classificadas por sexo no Município do Rio Grande/RS



Fonte: Vigilância Epidemiológica do Município do Rio Grande, 2022.

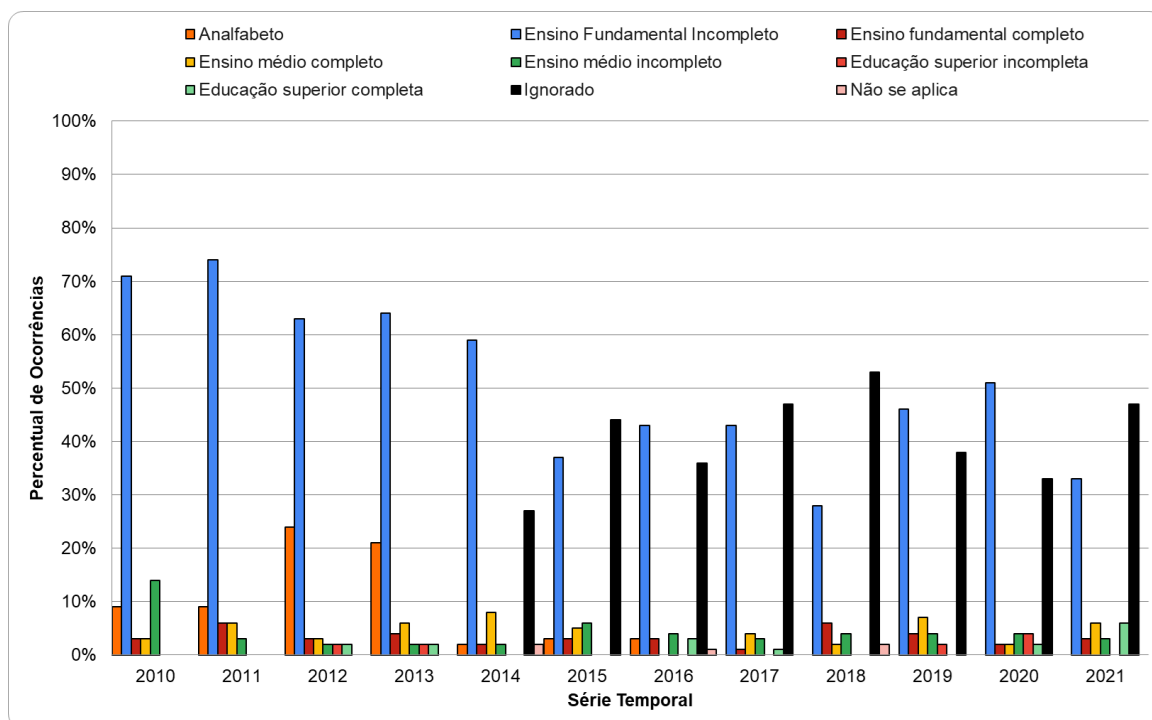
Outro dado relevante é o nível de escolaridade declarado pelos pacientes (Figura 4). A maior parte dos indivíduos informou ter o ensino fundamental incompleto, enquanto a minoria afirmou ter concluído o ensino superior. A classe “ignorado” também chama a atenção por sua expressiva porcentagem, nela estão classificados todos os casos nos quais este tópico não obteve resposta e/ou preenchimento na ficha de notificação.

Analisou-se também a faixa etária dos pacientes (Figura 5). Foram consideradas faixas que abrangem de 0 a mais de 100 anos de idade. Percebe-se que durante os 12 anos os casos de coinfeção ocorreram majoritariamente em adultos. O destaque se dá para a faixa de 30 a 39 anos que atinge mais de 50% e 25% para o público TB-HIV e TB, respectivamente. Além dela, as faixas de 20 a 29 e de 40 a 49 anos também são bem evidenciadas. A ocorrência em crianças e adolescentes foi registrada em poucos casos.

A alta de casos nessas faixas etárias não é exclusiva desta área de estudo. Uma pesquisa realizada no estado do Mato Grosso do Sul também identificou uma alta quantidade de casos de coinfeção TB-HIV em pessoas que se encontravam na faixa etária dos 20 aos 39 anos, utilizando informações referentes ao período de 2004 e 2013 (Baldan et al., 2017).

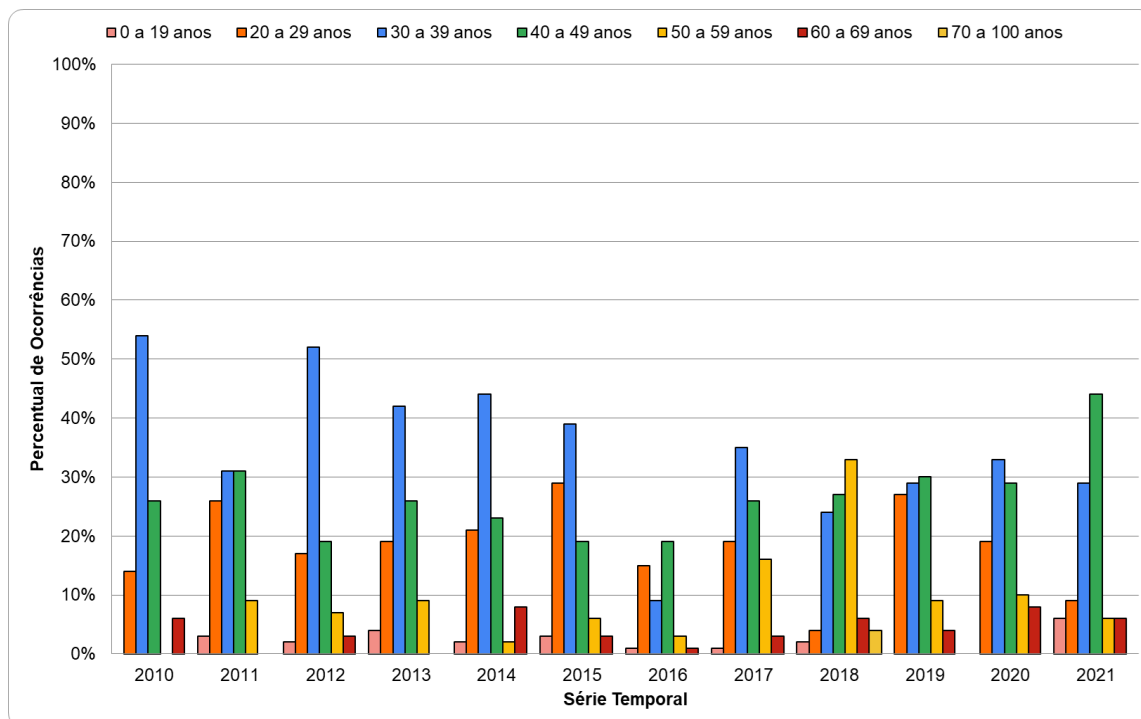
Esse mesmo cenário foi identificado quando se analisou casos de coinfeção das doenças no município de São Luís (MA). De acordo com a pesquisa feita na região, a mesma faixa de idade foi predominante, além de constatar a prevalência em pacientes do sexo masculino, cerca de 73% do total de casos (Coelho; Biberg, 2015).

Figura 4 – Ocorrências de coinfeção TB-HIV de 2010 a 2021 classificadas por escolaridade no município do Rio Grande/RS



Fonte: Vigilância Epidemiológica do Município do Rio Grande, 2022.

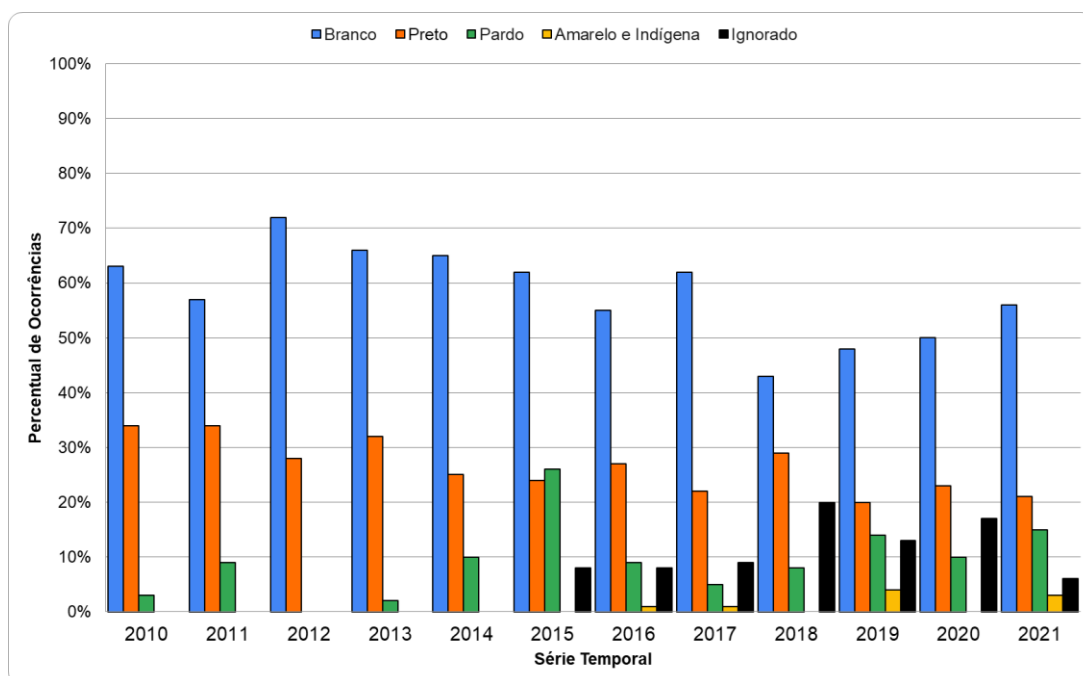
Figura 5 – Ocorrências de coinfeção TB-HIV de 2010 a 2021 classificadas por faixa etária no município do Rio Grande/RS



Fonte: Vigilância Epidemiológica do Município do Rio Grande, 2022.

O último parâmetro utilizado para compor o perfil epidemiológico destas notificações foi o de raça (Figura 6). Esta nomenclatura foi mantida pois segue a ficha de notificação do SINAN.

Figura 6 – Ocorrências de coinfeção TB-HIV de 2010 a 2021 classificadas por raça no município do Rio Grande/RS



Fonte: Vigilância Epidemiológica do Município do Rio Grande, 2022.

A população do RS é em sua maioria declarada como pertencente à cor branca, o que pode ser um fator que explique a maioria de pacientes desta cor (IBGE, 2022). Ainda assim, o alto número de pacientes classificados como da cor preta pode ser relacionado com questões sociais e econômicas, em possíveis trabalhos futuros.

Novamente a classe "ignorada" tem destaque, e levanta a questão "Como a ficha de notificação dos pacientes é preenchida?". Se todas as informações são coletadas ao mesmo tempo, como algumas podem ser ignoradas? E por que são ignoradas? Estas indagações são essenciais para que problemas no levantamento destes dados sejam corrigidos, e principalmente que os pacientes não sejam prejudicados.

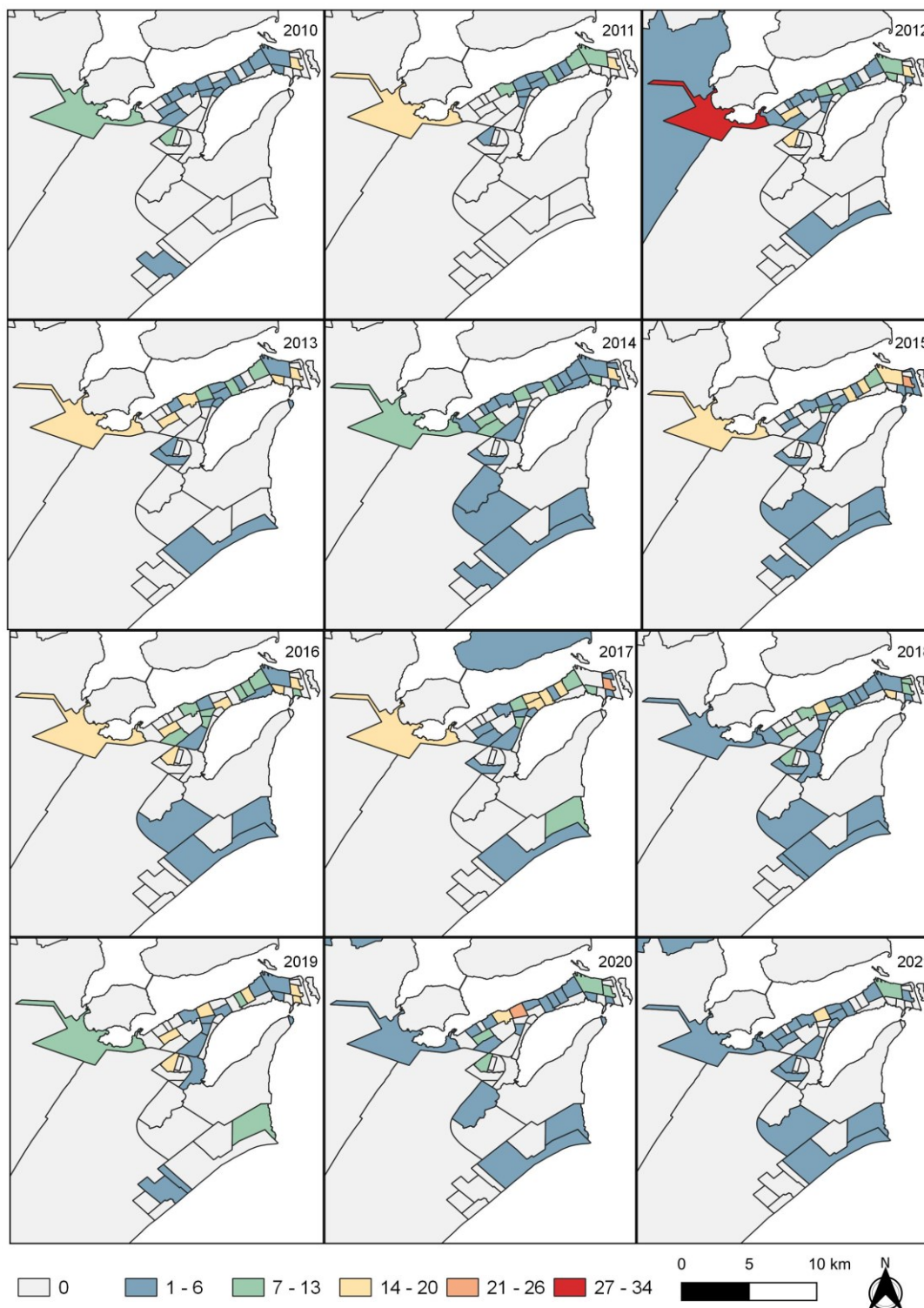
É importante ressaltar que das 633 notificações de casos TB-HIV, 297 são classificadas como "ignorada", o que representa aproximadamente 47% da quantidade total de ocorrências. Destacam-se com maior número de "ignorados" os atributos referentes aos agravamentos – situações que podem agravar a situação do paciente -, como diabetes, álcool e outras doenças.

#### **Mapeamento dos casos ao longo de 12 anos**

Utilizando a divisão de localidades do município do Rio Grande identificou-se como os casos de TB e coinfeção TB-HIV se distribuíram ao longo do território no período de estudo. É importante ressaltar que o município do Rio Grande possui uma grande extensão de área rural, e para esta pesquisa utilizou-se como foco a região mais central da cidade.

Optou-se por representar a série temporal, facilitando a visualização das distinções entre os anos. As localidades com maior número de casos foram Getúlio Vargas, Área urbana da Quinta, Castelo Branco, São João/Recreio e São Miguel, elas também mantiveram uma alta ocorrência de coinfeção TB-HIV ao longo dos anos estudados (Figura 7). Apesar de serem localidades diferentes, são muito próximas espacialmente, o que pode explicar a constante contaminação de indivíduos nestes bairros. É importante citar que é na localidade Área urbana da Quinta em que se encontra a Penitenciária Estadual de Rio Grande (PERG), a qual 35% dos casos da localidade são atribuídos.

Figura 7 – Ocorrências de coinfeção TB-HIV de 2010 a 2021 nas localidades urbanas do município do Rio Grande/RS

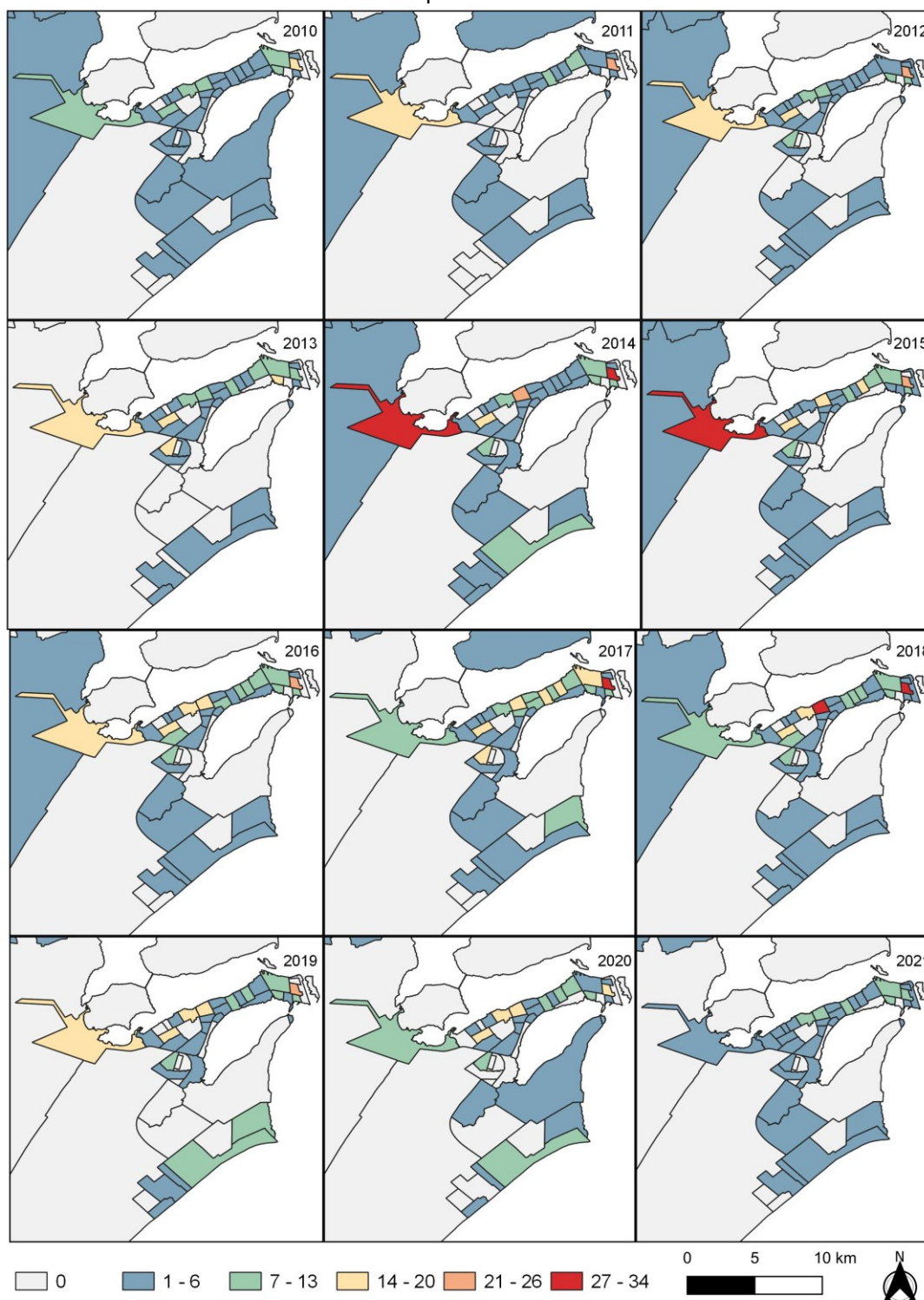


Fonte: Malha de Localidades – Prefeitura Municipal do Rio Grande, 2021.

A influência do ambiente penitenciário na quantidade de pacientes por tuberculose, já foi evidenciada outras vezes. O Boletim Epidemiológico de 2015 lançado pela gestão pública do estado de Goiás (GO), evidenciou também uma concentração expressiva de pacientes entre as pessoas privadas de liberdade. Alguns fatores que estão entre os possíveis causadores disto são as condições às quais os indivíduos são submetidos nestes espaços - com alta insalubridade -, e o acesso às drogas lícitas e ilícitas.

Ao categorizar as ocorrências gerais de TB, as mesmas localidades são vistas em ênfase, demonstrando que a relação entre os dois aspectos da doença se dá de forma proporcional no município (Figura 8). Nesta análise, além da Área urbana da Quinta, as localidades Getúlio Vargas e São João/Recreio também foram marcadas pelo alto número de pacientes (de 27 a 34).

Figura 8 – Município do Rio Grande/RS: Ocorrências de TB de 2010 a 2021 nas localidades urbanas do município do Rio Grande



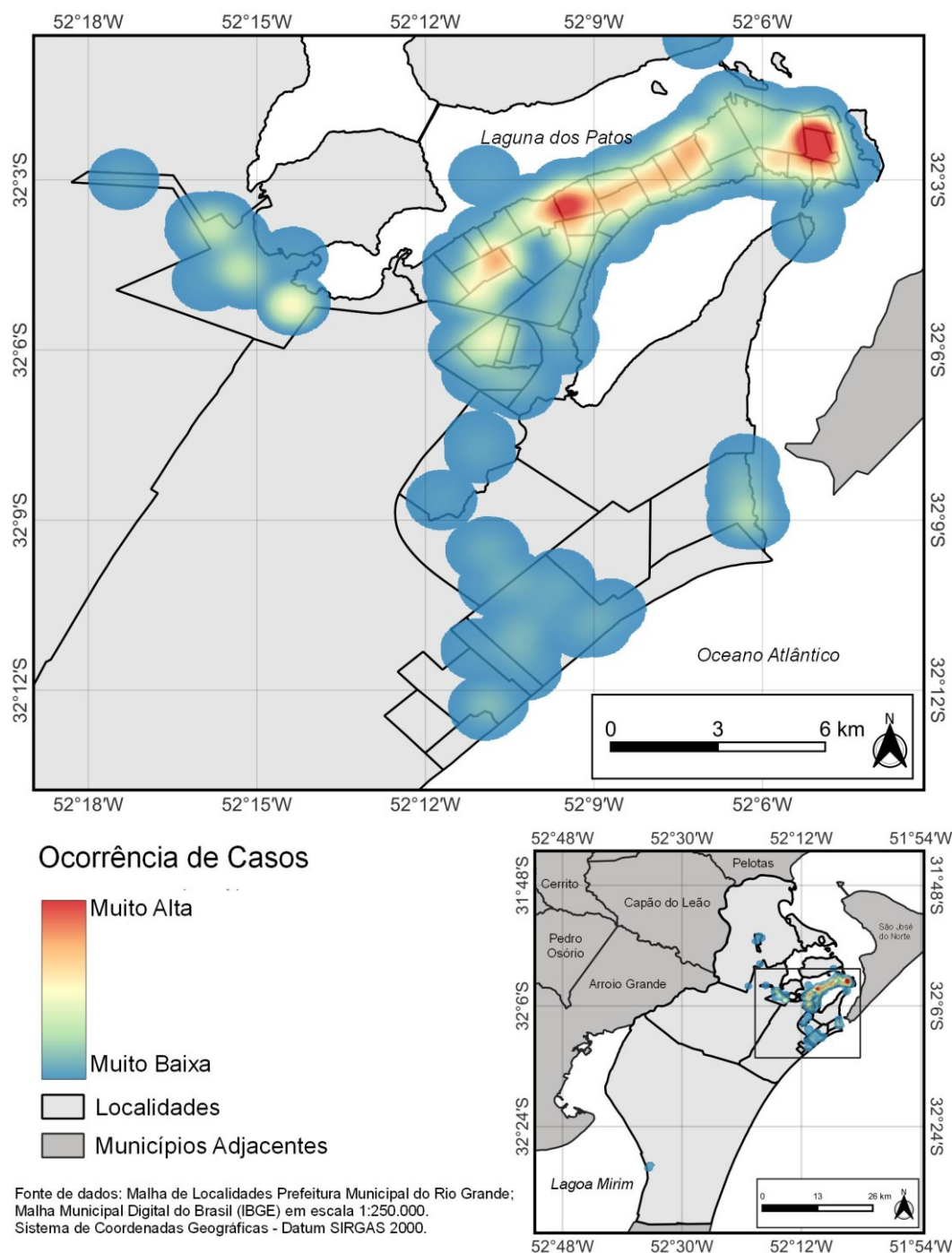
Fonte: Malha de Localidades – Prefeitura Municipal do Rio Grande, 2021.



Além disso, foram produzidos dois produtos relativos ao total de casos de coinfeção TB-HIV e TB (Figuras 9 e 10). Para estas representações optou-se pelo uso de ferramentas de mapa de calor.

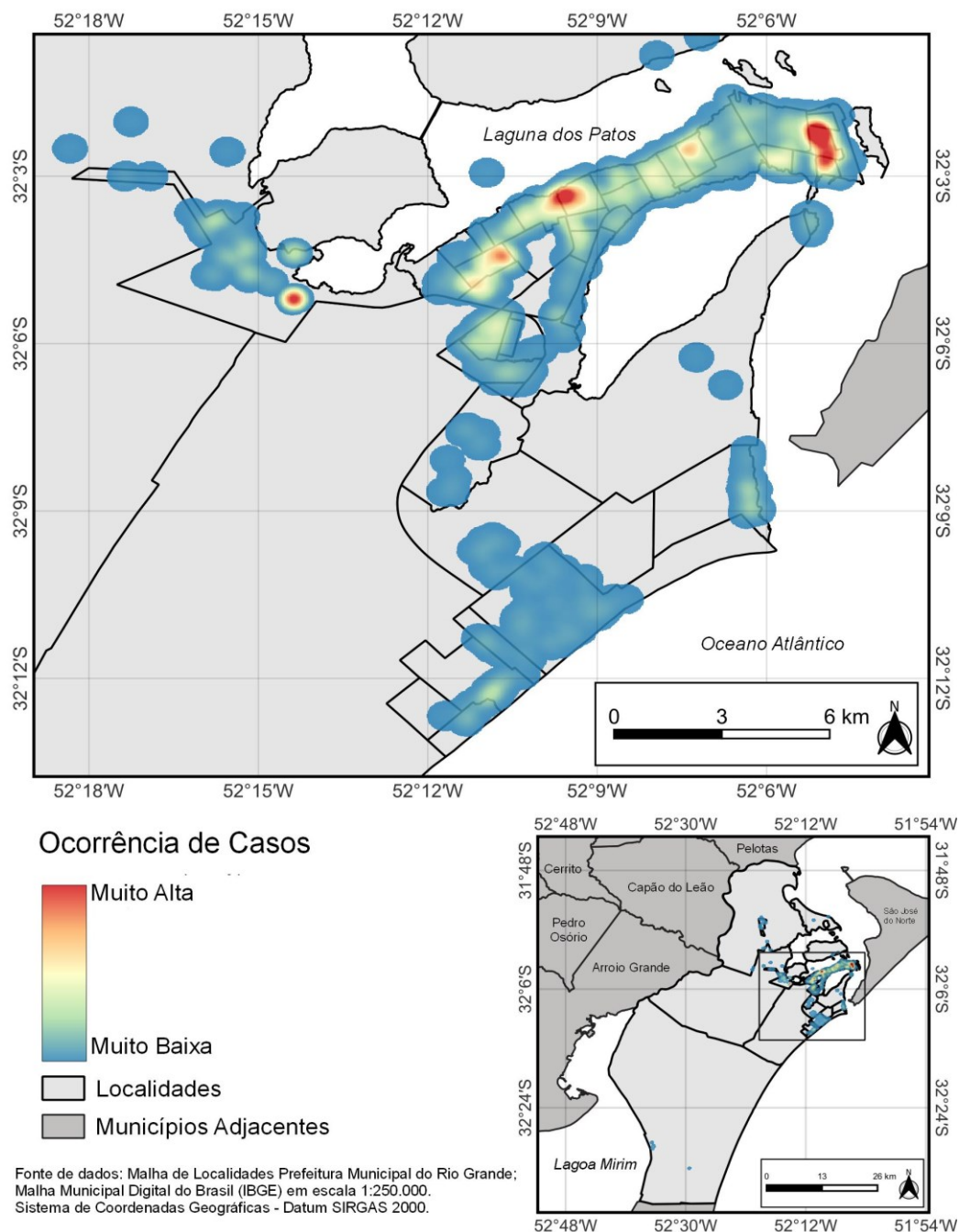
Como apresentado nas figuras, quanto mais quentes as cores, maior o número de casos em determinada área. Ao observar a união de todos os casos de TB-HIV (633) e de TB (2370) em cada figura é possível perceber que as localidades do município que foram destacadas individualmente em cada ano, realmente detêm a maior concentração de pacientes destes 12 anos. Isso significa que estes pontos apresentam ocorrências recorrentes em todos os anos de estudo.

Figura 9 – Município do Rio Grande/RS: Concentração de ocorrências de coinfeção TB-HIV de 2010 a 2021 por localidade do município do Rio Grande



Elaboração: LEMES, L. D., 2024.

Figura 10 – Município do Rio Grande/RS: Concentração de ocorrências de TB de 2010 a 2021 por localidade do município do Rio Grande



Elaboração: LEMES, L. D., 2024.

Ainda sobre a Penitenciária Estadual de Rio Grande (PERG), é importante entender que o alto número de casos registrado no local também se deve a alta quantidade de testes realizados. Ao estar inserido na Penitenciária, cada indivíduo é testado para tuberculose, assim, acaba-se por identificar uma quantidade considerável de pessoas acometidas pela doença.

Ressalta-se que nos anos de 2020 e 2021 o Brasil, assim como o resto do mundo, foi acometido pela pandemia do COVID-19, o que interferiu negativamente nos atendimentos e procedimentos de saúde. Dados mostram que com relação a 2019, os números de testes rápidos feitos para TB sofreram uma queda de 14%, consequentemente o número de casos registrados também foi menor (BRASIL, 2021).

### **Disponibilização de mapa dinâmico**

Finalmente, na plataforma *Google My Maps* foi disponibilizado um [mapa dinâmico](#) que contém a divisão de localidades do município e a quantidade de casos de TB e TB-HIV classificados por ano e por localidade. Este mapa ficou sob o domínio do e-mail do Programa Geosaúde, pois através do vínculo entre IFRS e Prefeitura o produto pode ser importante no desenvolvimento de ações futuras.

Ao clicar no polígono ou no nome de alguma localidade as informações inseridas são apresentadas. Utilizando esta plataforma é possível que qualquer pessoa com o link possa acessar o produto, tendo como único requerimento o acesso a uma rede de internet. Além disso, buscou-se oferecer uma representação de maneira mais acessível, visando uma melhor compreensão pelos leitores, sejam gestores públicos e representantes da saúde ou da população em geral.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do exposto foi possível determinar a alta concentração de casos de TB e coinfeção TB-HIV no município do Rio Grande, evidenciando a relação entre os dois aspectos. Também foram identificados os pontos de maior concentração destes pacientes: as localidades Getúlio Vargas, Área urbana da Quinta, São João/Recreio, São Miguel e Castelo Branco. Além disso, conclui-se que a maioria das ocorrências se deu em pessoas do sexo masculino, declaradas como brancas, na faixa etária adulta dos 30 a 39 anos e com o ensino fundamental incompleto.

Os resultados desta pesquisa expõem a situação do município: pessoas infectadas com TB e TB-HIV estão nas localidades São Miguel, São João/Recreio e Castelo Branco. Ressalta-se que na localidade Área urbana da Quinta o que contribui para um grande índice de casos é, principalmente, a localização da penitenciária estadual nesse local. Esse resultado traz uma demanda importante para a gestão municipal, que é a necessidade de atender e priorizar um público que por vezes é esquecido: pessoas privadas de Liberdade, em situação de alta vulnerabilidade social, pessoas em situação de rua e comunidades que, por desconhecimento ou por falta de oportunidade, não conseguem acessar o serviço de saúde (BRASIL, 2019).

Ao analisar as atividades desenvolvidas ao longo deste trabalho conclui-se que estas são de suma importância para os gestores municipais – especialmente os de saúde – na administração dos casos de TB-HIV no município do Rio Grande. Os resultados apresentados possibilitam uma visão mais ampla e clara da distribuição e da coinfeção TB-HIV, bastante evidentes no município, e expressam a importância das instituições públicas no combate à doença e os fatores relacionados a ela. Além disso, servem como auxílio para o desenvolvimento de futuras ações que investiguem com maior especificidade as localidades que apresentam um maior número de pacientes. Por fim, constata-se que este trabalho é mais uma ação de promover o conhecimento e a importância de estudos sobre a área da TB, preocupante no Brasil e no mundo, assim como as possíveis aplicações do geoprocessamento para o campo da Geografia da saúde.

### **AGRADECIMENTOS**

A conclusão deste trabalho foi possível a partir do apoio e auxílio de familiares do IFRS – Campus Rio Grande, o qual atuou como financiador das atividades através das bolsas de extensão para o curso de Geoprocessamento, e proporcionou o espaço para desenvolvimento destas; assim como a Secretaria de Município da Saúde do município de Rio Grande que permitiu o acesso aos dados utilizados.

### **REFERÊNCIAS**

- BALDAN, Sueli Santiago. FERRAUDO, Antonio Sergio. ANDRADE, Monica de. Características clínico-epidemiológicas da coinfeção por tuberculose e HIV e sua relação com o Índice de Desenvolvimento Humano no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Pará, v. 8, n. 3, p. 59-67, 2017. <http://doi.org/10.5123/s2176-62232017000300007>
- BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1996000300012>
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, DF: 2022. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18319-cor-ou-raca.html>. Acesso em: 20 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Abordagens espaciais na Saúde pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006. 139 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/serie\\_geoproc\\_vol\\_1.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/serie_geoproc_vol_1.pdf) . Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Brasil livre da tuberculose: plano nacional pelo fim da tuberculose como problema de saúde pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. 54 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/brasil\\_livre\\_tuberculose\\_plano\\_nacional.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/brasil_livre_tuberculose_plano_nacional.pdf) . Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico: Panorama epidemiológico da coinfeção TB-HIV no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020. 26 p. Disponível em: <https://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2021/panorama-epidemiologico-da-coinfeccao-tb-hiv-no-brasil-2020>. Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico de tuberculose número especial**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. 52 p. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/boletimsepidemiologicos/especiais/2022/boletim-epidemiologico-de-tuberculose-numero-especialmarco-2022.pdf> . Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aids/pt-br/assuntos/hiv-aids/o-que-e>. Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde: 3º Edição**. Brasília, DF: 2019. 741 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_vigilancia\\_saude\\_3ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf). Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Notícias**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aids/pt-br/assuntos/tuberculose/populacoes-vulneraveis> . Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Tuberculose**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z-1/t/tuberculose>. Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Secretaria de Estado da Saúde. **A Tuberculose entre as Populações Vulneráveis no Estado de Goiás no ano de 2015**. Goiânia, GO: Secretaria de Estado da Saúde, 2015. Disponível em: <https://www.saude.go.gov.br/files//boletins/epidemiologicos/diversos/2015/Boletim%20Epidemiológico%20Tuberculose%20Vulnerabilidades.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CARDOSO, Phillipe Valente. SEABRA, Vinicius da Silva. BASTOS, Izabela Braz. COSTA, Evelyn de Castro Porto. A importância da análise espacial para tomada de decisão um olhar sobre a pandemia de covid-19. **Revista Tamoios**, São Gonçalo, v. 16, n. 1, p. 125-137, 2020. <https://doi.org/10.12957/tamoios.2020.50440>

COELHO, Aline Barros. BIBERG, Camila Arguelo. Perfil epidemiológico da coinfeção Tuberculose/HIV no município de São Luís, Maranhão, Brasil. **Revista Científica da Escola de Saúde Pública do Ceará**, Ceará, v. 9, n. 1, p. 19-26, 2015. Disponível em: <https://cadernos.esp.ce.gov.br/index.php/cadernos/article/view/88>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **HIV: sintomas, transmissão e prevenção**. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Oswaldo Cruz, 2022. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/sintomas-transmissao-e-prevencao-nat-hiv>. Acesso em: 10 out. 2024.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Tuberculose**. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Oswaldo Cruz, 2013. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/doenca/tuberculose>. Acesso em: 21 mar. 2024.

GUIMARAES, R. B. **Saúde: fundamentos da geografia humana**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. <https://doi.org/10.7476/9788568334386>

LONGLEY, P. A. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. São Paulo: Editora Bookman; Edição 3, 2013.

MANUAL MSD. Versão Saúde para Família. **Tuberculose Extrapulmonar (TB)**. Rahway, NJ: Manual MSD, 2018. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/ptbr/profissional/doencasinfeciosas/micobacterias/tuberculose-extrapulmonar-tb#:~:text=Tuberculose> . Acesso em: 21 mar. 2024.



PECT/RS. **Informe epidemiológico: estado do Rio Grande do Sul: Tuberculose 2020**. Porto Alegre, RS, 2020. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/upload/arquivos/informeepidemiologico-de-tuberculose-2020.pdf> . Acesso em: 22 mar. 2024.

PECT/RS. **Informe epidemiológico: estado do Rio Grande do Sul. Tuberculose 2021**. Porto Alegre, RS: Secretaria da Saúde, 2021. 39 p. Disponível em: <https://cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/202109/30084325-informe-tb-2021-28-set-21.pdf> . Acesso em: 22 mar. 2024.

PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta/resource/pt/lil-575961> . Acesso em: 22 mar. 2024.

SANTOS, M. de L. S. G.; VENDRAMINI, S. H. F.; GAZETTA, C. E.; OLIVEIRA, S. A. C.; VILLA, T. C. S. Pobreza: caracterização socioeconômica da tuberculose. **Revista LatinoAmericana de Enfermagem**, [S. l.], v. 15, n. spe, p. 762-767, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000700008>

SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Tuberculose. 2016. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/tuberculose> . Acesso em: 13 mar. 2024.

THE WORLD BANK. **Confronting AIDS: public priorities in a global epidemic**. Oxford University Press, New York, NY, 1997. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documentsreports/documentdetail/211211468779168446/confronting-aids-public-priorities-in-a-globalepidemic> . Acesso em: 13 mar. 2024.

UFBA. **Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://nehma.ufba.br/noticias/importancia-do-geoprocessamento-nas-analises-em-saude> . Acesso em: 16 mar. 2024.

WHO. **Global Tuberculosis Control – 2020**, Geneva, 2020a. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336069/9789240013131-eng.pdf> . Acesso em: 13 mar. 2024.

WHO. **Tuberculosis**. Geneva, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/tuberculosis> . Acesso em: 13 mar. 2024.