



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE

LUIZ HENRIQUE DA SILVA

**SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO ESPACIAL *FUZZY* PARA O COMBATE À
COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL**

João Pessoa – PB
2021

LUIZ HENRIQUE DA SILVA

**SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO ESPACIAL *FUZZY* PARA O COMBATE À
COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
- Graduação em Modelos de Decisão e
Saúde – Nível Mestrado do Centro de
Ciências Exatas e da Natureza da
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito à obtenção do título de mestre.

Linha de Pesquisa: Modelos de Decisão

Orientadores:

Prof. Dr. Ronei Marcos de Moraes

Profa. Dra. Juliana Sampaio

João Pessoa – PB

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586s Silva, Luiz Henrique da.

Sistema de suporte à decisão espacial Fuzzy para o
combate à Covid-19 no estado da Paraíba, Brasil / Luiz
Henrique da Silva. - João Pessoa, 2021.
128 f. : il.

Orientação: Ronei Marcos de Moraes.

Coorientação: Juliana Sampaio.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Infecções virais - Coronavírus. 2. Covid-19. 3.
Epidemiologia. 4. Análise espacial. 5. Lógica Fuzzy. 6.
Gestão em saúde. I. Moraes, Ronei Marcos de. II.
Sampaio, Juliana. III. Título.

UFPB/BC

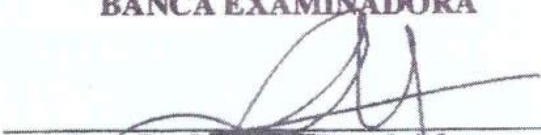
CDU 616.98 (043)

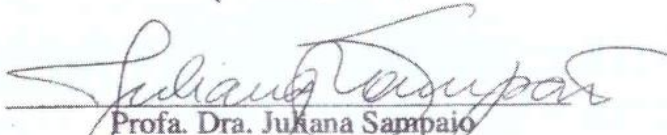
LUIZ HENRIQUE DA SILVA

**SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO ESPACIAL FUZZY PARA O COMBATE À
COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL**

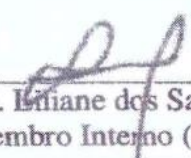
Aprovada em: 02 de março de 2021

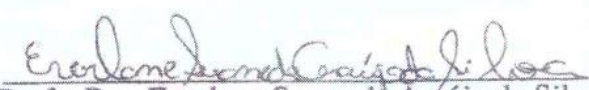
BANCA EXAMINADORA

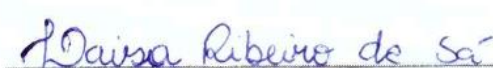

Prof. Dr. Ronei Marcos de Moraes
Orientador (UFPB)


Profa. Dra. Juliana Sampaio
Orientador (UFPB)


Profa. Dra. Ana Maria Gondim Valença
Membro Interno (UFPB)


Profa. Dra. Liliiane dos Santos Machado
Membro Interno (UFPB)


Profa. Dra. Everlane Suane de Araújo da Silva
Membro Externo (UFPB)


Profa. Dra. Laisa Ribeiro de Sá
Membro Externo (UNIP)

Dedico cada linha deste trabalho, da capa até os elementos pós textuais, ao meu orientador prof. Dr. Ronei Marcos de Moraes, que soube transmitir seus ensinamentos, independente dos problemas pessoais em sua vida, com louvor e paciência, tornando possível a finalização deste enriquecedor trabalho. Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença diária em minha vida traduzida em bençãos que guiam meus caminhos, iluminando minha tomada de decisão e permitindo que eu nunca fraqueje diante dos problemas da vida.

Aos meus pais, Maria de Fátima Pequeno da Silva e Geraldo Soares da Silva, e irmão Leonardo Soares da Silva, pelo apoio incondicional, motivação e amor, sem vocês e suas atitudes nada em minha vida seria possível.

À Fabiana Gabriel de Lira, minha esposa e mulher da minha vida, por toda paciência, amor e carinho que tem por mim, sem sua dedicação com meu bem estar físico e mental, minha caminhada teria sido árdua e turbulenta. Você traz a paz e a leveza para minha alma com seu sorriso e conselhos nos meus momentos de estresse acadêmicos, meu muito obrigado por fazer parte da minha jornada de vida, eu te amo.

Aos meus orientadores Ronei Marcos de Moraes e Juliana Sampaio, além da maravilhosa profa. Dra. Liliane dos Santos Machado, pela paciência, profissionalismo, dedicação e orientação em algumas partes deste trabalho, obrigado por compartilharem do seu vasto conhecimento.

Aos amigos de caminhada acadêmica no Programa de Pós-Graduação em Modelos de decisão e Saúde, Yullia Abreu Viana Soares, Moangela Alves de Sousa Alencar e Mayara dos Santos Camelo Moreira, nossas conversas pelos corredores que mais se traduziam em preocupação com as disciplinas do que em alegria foram importantíssimas, sou grato por ter conhecido cada uma de vocês, são mulheres maravilhosas, espero que nossa amizade dure por incontáveis anos, que Deus abençoe suas vidas.

Aos que fazem parte do Laboratório de Estatística Aplicada ao Processamento de Imagens e Geoprocessamento, que me auxiliaram durante o desenvolvimento da pesquisa.

E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro, que foi de vital importância para o andamento e conclusão da pesquisa.

“Perfectibilidade do caráter, esta luta terminará
no dia da minha morte.”

(Leandro Karnal)

RESUMO

O monitoramento precoce da COVID-19 estimula a tomada de decisão eficiente diante de surtos e epidemias. Gestores e profissionais, uma vez munidos dessas informações podem traçar políticas públicas efetivas e específicas. Objetivou-se identificar os municípios de acordo com quatro níveis de prioridade “não prioritário”, “tendência a não prioritário”, “tendência a prioritário” e “prioritário” para o combate à COVID-19 no estado da Paraíba, a partir de um Sistema de Suporte à Decisão Espacial baseado na lógica *Fuzzy*. Tratou-se de um estudo ecológico, retrospectivo de abordagem quantitativa, com dados secundários dos casos de COVID-19 da Secretaria de Estado da Saúde da Paraíba. A população do estudo foi composta por todos os casos confirmados de COVID-19 no estado da Paraíba da 12ª semana epidemiológica de 2020 a 1ª semana epidemiológica de 2021. Os dados foram analisados por meio dos módulos da arquitetura de Sistema de Suporte à Decisão Espacial: Análise Estatística, Teste de Normalidade, Razão de Incidências Espacial, Análise Espacial e espaço-temporal, Análise de Correlação e lógica *Fuzzy*, utilizados o Excel 2016, *software* R e SaTScan. Foram notificados 172.261 casos e 3.800 óbitos por COVID-19, com a capital do estado registrando o maior quantitativo. Estatística descritiva: Indivíduos de 30 a 39 (23,15%), feminino (55,77%) e raça/cor parda (51,03%) foram os mais afetados; a capital foi o primeiro epicentro da COVID19 no estado. Logo, a aplicação do Sistema baseado em regras *Fuzzy* permitiu a detecção e visualização espacial de municípios prioritários como, por exemplo, os municípios de pequeno e médio porte São José do Sabugi, São Bento, Ingá e Guarabira. O presente estudo permitiu identificar diferentes níveis de prioridade e, a partir de então, direcionar a tomada de decisão dos gestores e profissionais de saúde de acordo com o território e os múltiplos fatores de risco para COVID-19 no estado da Paraíba.

Palavras-chave: Infecções por Coronavírus. Análise Espacial. Epidemiologia. Lógica *Fuzzy*. Gestão em Saúde.

ABSTRACT

Early monitoring of COVID-19 encourages efficient decision-making in the face of outbreaks and epidemics. Managers and professionals, once provided with this information can outline effective and specific public policies. This study aimed to identify the municipalities according to four levels of priority "non-priority", "trend to non-priority", "tendency to priority" and "priority" to combat COVID-19 in the state of Paraíba, from a Spatial Decision Support System based on fuzzy logic. This was an ecological, retrospective study of quantitative approach, with secondary data from the cases of COVID-19 of the State Department of Health of Paraíba. The study population consisted of all confirmed cases of COVID-19 in the state of Paraíba from the 12th epidemiological week of 2020 to the 1st epidemiological week of 2021. The data were analyzed through the modules of the Spatial Decision Support System architecture: Statistical Analysis, Normality Test, Spatial Incidence Ratio, Spatial and space-time Analysis, Correlation Analysis and Fuzzy logic, using Excel 2016, R and SaTScan software. A total of 172,261 cases and 3,800 deaths were reported due to COVID-19, with the state capital recording the highest number. Descriptive statistics: Individuals from 30 to 39 (23.15%), female (55.77%) and mixed race/color (51.03%) were the most affected; the capital was the first epicenter of COVID19 in the state. Therefore, the application of the Fuzzy rules-based system allowed the detection and spatial visualization of priority municipalities, such as small and medium-sized municipalities São José do Sabugi, São Bento, Ingá and Guarabira. The present study allowed the identification of different levels of priority and, from then on, direct the decision-making of managers and health professionals according to the territory and the multiple risk factors for COVID-19 in the state of Paraíba.

Keywords: Coronavirus infections. Spatial Analysis. Epidemiology. Fuzzy Logic. Health Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arquitetura de Sistema de Suporte à Decisão Espacial.	35
Figura 2 - Mapa político-administrativo do estado da Paraíba.....	45
Figura 3 - a) Número de registros de casos novos (a) e óbitos novos (b) por COVID-19 e média móvel dos últimos 7 dias da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 53ª semana epidemiológica (27/12/2020 a 2/1/2021) no estado da Paraíba.....	49
Figura 4 - a) Número de registros de casos acumulados (a) e óbitos acumulados (b) por COVID-19 no estado da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 53ª semana epidemiológica (27/12/2020 a 2/1/2021) no estado da Paraíba.....	50
Figura 5 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 13ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,9% na 13ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.	52
Figura 6 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 20ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,1% na 20ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.	54
Figura 7 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 31ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,1% na 31ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.	56
Figura 8 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 51ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,1% na 51ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.	58
Figura 9 - Mapa Scan espaço-temporal para o quantitativo usando 1,6% da população de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba, da 12ª semana epidemiológica a 53ª semana epidemiológica de 2020.....	61
Figura 10 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Razão de Incidências Espacial.....	69
Figura 11 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Scan espacial.....	70
Figura 12 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Scan espaço-temporal.	70
Figura 13 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Tempo do aglomerado espaço-temporal.....	71
Figura 14 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Persistência do aglomerado espaço-temporal.....	71

Figura 15 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Coeficiente de correlação de Spearman.....	72
Figura 16 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística de saída Município.	72
Figura 17 - Mapa de decisão final resultante do Sistema de Suporte a Decisão Espacial baseado na lógica <i>Fuzzy</i> para os casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba, Brasil.	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultados da estatística Scan espaço-temporal e suas respectivas interpretações.	59
Quadro 2 - Variáveis linguísticas, termos linguísticos e domínio utilizado no sistema <i>Fuzzy</i> baseado em regras para os casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores assumidos pela correlação de Spearman.	41
Tabela 2 - Principais t-normas e t-conormas.	42
Tabela 3 - Distribuição dos casos e óbitos de COVID-19 segundo faixa etária, sexo e raça/cor da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 1ª semana epidemiológica de 2021 (3/1 a 9/1/2021) no estado da Paraíba.	47
Tabela 4 - Aglomerados espaço-temporais significativos para o número de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12ª semana epidemiológica a 53ª semana epidemiológica de 2020.	62
Tabela 5 - Frequência e porcentagem do número de municípios de acordo com seus níveis de prioridade para o combate à COVID-19 no estado da Paraíba.	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Acrônimo
2019-nCoV	Novo coronavírus 2019
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância em Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COE-nCoV	Centro de Operações de Emergências em Saúde
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
ECA	Enzima Conversora de Angiotensina
ESPIN	Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
HCoV-229E	Coronavírus Humano 229E
HCoV-HKV1	Coronavírus Humano OC43
HCoV-NL63	Coronavírus Humano NL63
HCoV-OC43	Coronavírus Humano OC43
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IgG	Imunoglobulina G
IgM	Imunoglobulina M
IL-6	Interleucina 6
LISA	Indicadores Locais de Associação Espacial
MERS-CoV	Síndrome Respiratória Aguda do Oriente Médio causado pelo coronavírus
MM	Média Móvel
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-americana da Saúde
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
RAS	Rede de Atenção à Saúde
RIE	Razão de Incidências Espacial
RNA	Ácidos ribonucleicos
RR	Risco Relativo
RT-PCR	Transcriptase Reversa seguida pela Reação em Cadeia da Polimerase

SARS-CoV	Síndrome Respiratória Aguda pelo coronavírus
SARS-CoV-2	Síndrome Respiratória Aguda pelo coronavírus 2
SBRF	Sistema Baseado em Regras <i>Fuzzy</i>
SDSS	Sistemas de Suporte à Decisão Espacial
SES-PB	Secretaria de Estado da Saúde da Paraíba
SG	Síndrome Gripal
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SRA	Síndrome Respiratória Aguda
SRAG	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SUS	Sistema Único de Saúde
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

LISTA DE NOTAÇÕES

Notação	Significado
D	Distância máxima
F_n	Função de distribuição acumulada
F	Função de distribuição hipotética
g_i	Geo-objeto
L_1	Conjunto de todas as zonas circulares
J_i	Número máximo de áreas mais próximas do geo-objeto
z_l	Número de casos registrados dentro da zona
l_2	Zona cilíndrica que compõe a análise espaço-temporal
z_{l_2}	Número total de casos na zona cilíndrica l_2
$E(l_2)$	Número esperado de casos em l_2
m_l	Número de indivíduos sob risco da zona
PT	Período de Tempo
C	Total de geo-objetos na região geográfica
Xg_i	Variável aleatória de contagem do evento epidemiológico em determinado tempo e geo-objeto
Mg_i	População sob risco em cada geo-objeto
M	População total sob toda área do estudo
G	Região geográfica
μ_i	Função de pertinência
$\approx$	Aproximadamente
r_s	Associação linear amostral entre duas variáveis de mensuração ordinal
p_s	Associação linear populacional entre duas variáveis de mensuração ordinal
d_i	Diferença de classificação para x e y
U	Universo
A	Conjunto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3 REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1 HISTORICIDADE DAS DOENÇAS CAUSADAS POR CORONAVÍRUS	23
3.2 O NOVO CORONAVÍRUS (SARS-COV-2)	25
3.2.1 Epidemiologia do SARS-CoV-2 no mundo	25
3.2.2 Epidemiologia do SARS-CoV-2 no Brasil	27
3.2.3 Epidemiologia do SARS-CoV-2 no estado da Paraíba	28
3.2.4 Transmissão e diagnóstico	28
3.2.5 Tratamento	29
3.2.6 Novas variantes do coronavírus e vacinas da COVID-19	30
3.3 EPIDEMIOLOGIA ESPACIAL E SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÃO ESPACIAL	32
3.4 TESTE DE NORMALIDADE	35
3.5 RAZÃO DE INCIDÊNCIAS ESPACIAL	37
3.6 ESTATÍSTICA SCAN	38
3.7 ESTATÍSTICA SCAN ESPAÇO-TEMPORAL	39
3.8 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO	41
3.9 LÓGICA FUZZY	42
4 MATERIAIS E MÉTODOS	44
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	44
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	45
4.3 ASPECTOS ÉTICOS	46
5 RESULTADOS	47

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS CASOS E ÓBITOS POR COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA	47
5.2 ANÁLISE ESPACIAL	50
5.3 ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL	59
5.4 LÓGICA <i>FUZZY</i>	67
6 DISCUSSÃO	75
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
PRODUÇÃO CIENTÍFICA	82
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE A – Regras elaboradas para o modelo de suporte à tomada de decisão baseado na lógica <i>Fuzzy</i>	96
ANEXO A – Calendário de notificação epidemiológica para o ano de 2020	129
ANEXO B – Calendário de notificação epidemiológica para o ano de 2021	130

1 INTRODUÇÃO

No dia 11 de março de 2020, a Síndrome Respiratória Aguda (SRA) causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) foi declarada pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Notificada inicialmente na cidade de Wuhan na China (WU *et al.*, 2020; ZHU *et al.*, 2020), espalhou-se rapidamente para outras cidades e continentes, de modo que, em 30 de maio de 2020 foram registrados mais de 5,5 milhões de casos e mais de 360 mil óbitos (WHO, 2020). No mundo, em 3 de janeiro de 2021 haviam sido confirmados mais de 83 milhões de casos e mais de 1,8 milhões de óbitos (WHO, 2021).

Os Coronavírus são vírus de ácidos ribonucleicos (RNA) envelopados pertencentes a ordem Nidovirales, da família Coronaviridae e distribuídos entre humanos, mamíferos e aves. Possuem características zoonóticas, ou seja, sua transmissão ocorre de animais para os humanos, sendo responsáveis por resfriados comuns até pneumonias graves (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2020). A pandemia da COVID-19 trouxe consequências para a humanidade, além do expressivo quantitativo de óbitos, os problemas socioeconômicos são incalculáveis. A transmissibilidade, as relações imunológicas com o hospedeiro e a deficiência nas medidas de prevenção, fazem com que o cenário de pandemia permaneça por um longo período (YANG, 2020).

Até 3 de janeiro de 2021, a região das Américas representou a maior proporção de casos e óbitos registrados no mundo, com mais de 36 milhões de casos e mais de 870 mil óbitos, em seguida a Europa com cerca de 26 milhões de casos e 580 mil óbitos e da Ásia com mais de 12 milhões de casos e 184 mil óbitos (WHO, 2021). O monitoramento da pandemia permite observar as estratégias e medidas adotadas pelos países com o intuito de mitigar a COVID-19. Logo, durante o presente estudo, alguns países obtiveram êxito no controle dos casos e prevenção de riscos, como Vietnã, Taiwan, China e Cingapura, que possuem em comum a implementação de medidas rígidas de isolamento social e testagem diagnóstica em massa da população desde a epidemia do SARS-CoV em 2002-2003 (WORLDMETERS, 2021).

Em 26 de fevereiro de 2020, o Brasil notificou oficialmente o primeiro caso da doença em São Paulo. Desde então, a evolução da doença se apresentou exponencialmente ultrapassando a Rússia na 22ª semana epidemiológica (17/5 a 23/5/2020) de 2020 e até a 1ª semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021 já foram registrados mais de 8 milhões de casos e mais de 200 mil óbitos (2,5% de letalidade). Os estados de São Paulo e Minas Gerais possuem o maior número de registros de casos acumulados, mais de 1,5 milhões e cerca de

580 mil casos, respectivamente (BRASIL, 2021c), com discrepâncias na tomada de decisão entre as esferas governamentais estaduais e federal.

Na região Nordeste, a COVID-19 afetou primeiramente os estados do Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, deixando em alerta seus sistemas de vigilância epidemiológica. A Paraíba adotou medidas sanitárias antes mesmo do primeiro caso reportado em 19 de março de 2020. No entanto, o estado, até o início de 2021, já notificou mais de 172 mil casos e cerca de 3.800 óbitos (2,25% de letalidade), sendo a capital João Pessoa, com 43.684 (25,35%) casos, o município com maior proporção de casos. Mas há, também, presença do vírus em pequenos municípios do estado, caracterizando a interiorização do vírus (DESJARDINS; HOHL; DELMELLE, 2020; FERREIRA *et al.*, 2020; PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020).

Assim como em outras epidemias, sistemas computacionais capazes de tratar informações geográficas têm se destacado como ferramentas indispensáveis para o monitoramento e resposta eficiente para a tomada de decisão (BOULOS; GERAGHTY, 2020). No decorrer da humanidade, o ser humano possui íntima relação com a tomada de decisão. Contudo, sempre há uma consequência da decisão que pode ser previsível ou não e por isso precisa ser tomada de forma inteligente visando a solução do atual problema, pautando-se na ciência (FENEY; WILLIAMSON, 2002).

O desenvolvimento de novos sistemas computacionais alavancou a necessidade dos Sistemas de Suporte à Decisão Espacial (SDSS) que têm sido utilizados, por exemplo, no campo da saúde para subsidiar gestores na alocação de recursos em localidades rurais do Canadá (SCHUURMAN; LEIGHT; BERUBE, 2008) e um sistema baseado em regras *Fuzzy* (SBRF) para gestão do combate da Tuberculose em João Pessoa, Paraíba (SÁ; NOGUEIRA; MORAES, 2015); na área da administração e gestão urbana, buscando estratégias eficazes para gestão da água no Reino Unido (MAKROPOULOS; BUTLER; MAKSIŠMOVIC, 2003) e acessibilidade a serviços específicos na Polônia (BURDZIEJ, 2012).

Não há um conceito definitivo do que seria um SDSS, mas pode ser entendido como uma tecnologia computacional que fornece apoio para a tomada de decisão sobre problemas em que um componente geográfico ou espacial influencia diretamente a decisão final (MORAES; MELO, 2017). Trata-se de uma união interdisciplinar das Tecnologias da Informação, Geociências, Lógica e Modelos Estatísticos (CAMACHO-COLLADOS; LIBERATORE, 2015). Esses sistemas possuem a capacidade de subsidiar a tomada de decisão utilizando de diferentes variáveis que interferem no processo saúde-doença,

facilitando assim, as ações dos gestores, profissionais de saúde, comunidade científica e da própria população. Neste trabalho, insere-se ainda a Epidemiologia.

Dessa forma, considerando a importância do monitoramento precoce da doença realizado em todo o globo (JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, 2020; WHO, 2020; CONASS, 2020), além do ferramental metodológico da epidemiologia espacial que potencializa o uso dos SDSS, surgiu o interesse em identificar os municípios de acordo com níveis de prioridade para intervenção dos gestores e profissionais de saúde no combate à COVID-19 no estado da Paraíba, a partir de um SDSS.

Neste contexto, como contribuições da presente pesquisa, destacam-se o subsídio à comunidade científica, gestores e profissionais de saúde que, uma vez munidos dessas informações, podem utilizá-las para a tomada de decisão eficiente e considerando os múltiplos fatores no território, além de auxiliar na solução de um dos grandes desafios atuais que é estabelecer critérios justos para a alocação de recursos escassos no atendimento aos pacientes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os municípios de acordo com níveis de prioridade para intervenção dos gestores e profissionais de saúde no combate à COVID-19 no estado da Paraíba, a partir de um Sistema de Suporte à Decisão Espacial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a evolução epidemiológica semanal da COVID-19 no estado da Paraíba por meio da estatística descritiva;
- Analisar a incidência dos municípios com relação à incidência do estado da Paraíba por meio da Razão de Incidências Espacial (RIE);
- Identificar a distribuição espacial e espaço-temporal por meio de aglomerados significativos no espaço e no espaço e no tempo, respectivamente, da COVID-19 no estado da Paraíba;
- Agregar as informações obtidas como fontes de informação para construção de um Sistema de Suporte à Decisão usando lógica *Fuzzy*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTORICIDADE DAS DOENÇAS CAUSADAS POR CORONAVÍRUS

Segundo a Organização Pan-americana da Saúde (OPAS) e a OMS, os coronavírus são responsáveis pela maioria dos resfriados leves a moderados, ficando atrás somente do rinovírus. Seis tipos de coronavírus humanos eram conhecidos – HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKV1, SARS-CoV (responsável pela Síndrome Respiratória Aguda Grave) e MERS-CoV (Síndrome Respiratória do Oriente Médio). O sétimo (e novo) coronavírus, foi isolado inicialmente de amostras de pacientes com pneumonia desconhecida na China em dezembro de 2019 e denominado de 2019-nCoV e mais tarde de SARS-CoV-2 (CHENG; SHAN, 2020; OMS, 2020; OPAS, 2020).

A humanidade enfrentou outras epidemias e surtos de doenças infecciosas ao longo da sua história como a gripe aviária (Influenza A H5N1) em 2003, a Influenza A H1N1 em 2009 e a Zika em 2015, exigindo posicionamento da vigilância epidemiológica para tomadas de decisão eficientes. Algumas dessas epidemias foram desencadeadas pelos coronavírus, como a epidemia por SARS-CoV nos anos 2002 e 2003, e pelo MERS-CoV em 2012 e 2013.

O SARS-CoV é responsável pela Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), classificada como a primeira epidemia emergente do século XXI, que surgiu em Guangdong, China. Os casos de SARS-CoV foram registrados em 2003 através de um surto de pneumonia atípica afetando 305 pessoas e causando 5 óbitos, que logo espalhou-se para Cingapura e cidades circunvizinhas, especialmente na população composta por profissionais de saúde (KSISAZEK *et al.*, 2003). No total, foram 8.422 casos notificados e 916 óbitos em cerca de 26 países, com uma taxa de letalidade equivalente a 10,8% (WHO, 2003).

Investigações destacaram que a fonte dos casos de SARS-CoV tenha se originado a partir de contatos com um médico visitante em Hong Kong proveniente de Guangdong. A disseminação da pandemia obteve seu pico entre meados de março e abril de 2003, sendo que a maior proporção de casos se concentrou em três cidades da China, Mainland com 5.327 (63,2%) casos reportados, em Hong Kong com 1.755 (20,8%) e Taiwan 674 (8,0%) (WHO, 2004). Os idosos foram mais afetados pelo vírus, chegando a possuir 50% de letalidade, principalmente em indivíduos com doenças associadas e dificuldades de acesso aos serviços de saúde (CHU *et al.*, 2005).

A partir da interação do SARS-CoV com as células do hospedeiro, há o surgimento de sintomas como febre maior que 38,5°C de início repentino, tosse seca, cefaleia e dor na garganta, perda parcial ou total do apetite, confusão mental, dentre outros que em sua maioria, desapareciam em torno de 7 dias. Dessa forma, o tratamento para a SRAG causada pelo SARS-CoV consistiu em medidas de manutenção como boa hidratação e, quando necessário, suporte respiratório. Ressalta-se, ainda, que em pacientes mais graves era necessário uso de antibioticoterapia com o intuito de combater os agentes causadores da pneumonia (AVENDANO; DERKACH; SWAN, 2003).

Na ausência de um tratamento específico durante a epidemia de SARS-CoV e em meio aos efeitos colaterais gerados, por exemplo, pelo uso de corticosteroides (LEE *et al.*, 2004), a melhor forma de prevenção e de aliviar os serviços de saúde foi não ficando exposto ao patógeno, ou seja, a população teve que fazer uso do isolamento social e medidas de higiene recomendadas pelos órgãos de saúde e tais medidas obtiveram êxito em alguns países (MAUNDER, 2004). Destaca-se que algumas diretrizes postuladas por órgãos internacionais de saúde, como a OMS e a OPAS, estão disponíveis até hoje e servem para auxiliar a prevenção de possíveis novos surtos (WHO, 2020; OPAS, 2020).

A outra epidemia por coronavírus ocorreu dez anos após a epidemia por SARS-CoV. Em Jeddah, Arábia Saudita, casos atípicos de síndromes respiratórias foram reportados pela primeira vez em setembro de 2012 e recebeu o nome de Síndrome Respiratória do Oriente Médio, causada pelo coronavírus MERS-CoV (ZAKI, 2014) que, rapidamente, tornou-se um problema de saúde de importância internacional devido à elevada taxa de mortalidade que ficou em torno de 35% (WHO, 2014).

Especulou-se inicialmente uma transmissão advinda de camelos e/ou morcegos infectados assintomáticos e, como a SRAG por SARS-CoV, essa nova doença em Jeddah possuiu elevada velocidade de transmissão de pessoa para pessoa (DROSTEN *et al.*, 2015). Foram 2.206 casos de MERS-CoV confirmados e 787 óbitos em 27 países, cuja letalidade correspondeu a 27%. As pessoas do sexo masculino, com idade média de 49 anos e viajantes que tiveram contato com camelos foram as mais afetadas pela patologia (65,6%), de modo que, indivíduos com comorbidades tiveram o pior prognóstico da doença, sendo profissionais da saúde os mais contaminados com o MERS-CoV (OBOHO *et al.*, 2014; WHO, 2018).

As manifestações clínicas mais comuns ocasionadas pelo MERS-CoV são semelhantes às manifestações de outras doenças causadas por coronavírus como febre, mialgia, dispneia, tosse, náuseas e vômito, diarreia, e em casos mais graves manifestações sistêmicas como pneumonia e insuficiência renal aguda (LEE *et al.*, 2017; RAJ *et al.*, 2014). O tratamento da

patologia foi direcionado apenas para a manutenção sintomática dos casos. Como o vírus possuía mais afinidade pelas células pulmonares, as terapêuticas com antivirais e antibióticos demonstraram-se eficazes no prognóstico da doença. Ressalta-se que a prevenção se dá pelo não contato com animais infectados e evitando o consumo de leite e carnes crus (MOLYNEAUX *et al.*, 2014; MOORE; MOORE, 2015).

Em todos esses cenários onde há risco para a vida da sociedade, a vigilância epidemiológica torna-se indispensável para o planejamento, organização e operacionalização dos serviços de saúde por meio do aprofundamento do comportamento das doenças (BRASIL, 2007d). No caso do MERS-CoV, a vigilância epidemiológica contribuiu com medidas de precaução em relação ao manuseio de animais e leites de animais possivelmente contaminados e viajantes, enquanto no surto por SARS-CoV, foram criados protocolos de importância internacional que são utilizados até os dias atuais.

3.2 O NOVO CORONAVÍRUS (SARS-COV-2)

3.2.1 Epidemiologia do SARS-CoV-2 no mundo

Em dezembro de 2019, diversos casos de pneumonia de etiologia desconhecida surgiram em Wuhan, China. Ao investigar amostras do trato respiratório de pacientes descobriu-se que se tratava de uma doença causada por coronavírus, no entanto, um novo subtipo denominado SARS-CoV-2. No entanto, estudos identificaram a presença do SARS-CoV-2 em esgoto de Santa Catarina, Brasil, em novembro de 2019, na Itália entre fevereiro e abril de 2020 (FONGARO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2020). De modo geral, a infecção por SARS-CoV-2 passou a se chamar COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*) que rapidamente disseminou-se para o exterior da China e outras regiões do mundo, sendo decretada em janeiro de 2020, uma emergência de Saúde Pública Global e em março de 2020 uma pandemia (WHO, 2020).

O SARS-CoV-2, quando visto ao microscópio eletrônico, possui aparência típica de coroa devido à presença de elevações formadas por glicoproteínas (DI GENNARO, 2020). Pesquisa realizada com pacientes que frequentaram um mercado de frutos do mar em Wuhan, identificou que a sequência genética do vírus era 99,98% idêntica entre todos os pacientes e que o novo subtipo (SARS-CoV-2) pertence ao grupo dos betacoronavírus (LU *et al.*, 2020).

Os processos de fisiopatologia e virulência estão altamente associados com as proteínas estruturais do hospedeiro. O fato do SARS-CoV-2 ligar-se rapidamente aos

receptores da Enzima Conversora de Angiotensina (ECA) auxiliam na sua disseminação e aumento da patogenicidade (CHEN *et al.*, 2020; DIAZ, 2020; FANG; KARAKIULAKIS; ROTH, 2020). O mecanismo patogênico que produz pneumonia ainda é particularmente complexo. Sabe-se que a Interleucina 6 (IL-6) é um dos principais marcadores envolvidos nesse mecanismo (LEI; KUSOV; HILGENFELD, 2018).

Até 3 de janeiro de 2021, foram mais de 83,3 milhões de casos e mais de 1,8 milhão de óbitos, sendo as Américas a região com maior número de casos, cerca de 36 (43,60%) milhões, seguido por Europa com mais de 26 (32,26%) milhões, Sudeste Asiático com 12 (14,46%) milhões, Mediterrâneo Oriental com quase 5 (5,97%) milhões, África com mais de 1,9 (2,35%) milhões e Pacífico Ocidental com 1,1 (1,33%) milhão de casos (WHO, 2021).

A região das Américas foi responsável por cerca de 47% dos casos novos e 42% das novas mortes no mundo. A Europa demonstrou no início de 2021 leve redução de casos novos e aumento nos óbitos por COVID-19, o que pode retratar um atraso na notificação dos casos devido às festas de final de ano. Pela quarta semana consecutiva, a Região da África registrou aumento nos números absolutos de casos no mundo, de 13% para 28%, respectivamente, já o Pacífico Ocidental, registrou aumento de 10% dos óbitos mundiais (WHO, 2021).

Todavia, o quantitativo de casos é subestimado com relação à carga viral da COVID-19, uma vez que, apenas uma pequena quantidade de casos é notificada pelos sistemas de informação em saúde. Estudos realizados nos Estados Unidos (HAVERS *et al.*, 2020) e Europa (STRINGHINI *et al.*, 2020) identificaram que a taxa de exposição ao vírus é maior ou igual a 10 vezes a incidência relatada nos meios de comunicação oficiais.

Os Estados Unidos é o país com maior número de casos reportados, cerca de 19 (23,97%) milhões de casos, seguido pela Índia com mais de 10 (12,38%) milhões, pelo Brasil com cerca de 7,7 (9,24%) milhões e pela Rússia com mais de 3,2 (3,88%) milhões (WHO, 2021).

Desde as primeiras informações em Wuhan, China, a pandemia avança cada vez mais pelo mundo e a sua mitigação só poderá ser alcançada, na ausência de um tratamento, por meio da combinação de medidas de prevenção e precaução em saúde pública como o rápido diagnóstico, gestão dos casos e rastreamento dos contatos (OMS, 2020).

3.2.2 Epidemiologia do SARS-CoV-2 no Brasil

No Brasil, a portaria nº188, publicada em 3 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2020e), destacou a Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) em decorrência da infecção humana pelo novo coronavírus (2019-nCoV) e, simultaneamente, foi estabelecido o Centro de Operações de Emergências em Saúde (COE-nCoV) como órgão gestor para planejamento, implementação e avaliação das ações em saúde no decorrer da emergência a nível nacional.

O Brasil possui heterogeneidade em suas regiões e entes federativos, o que significa que o vírus também se comporta de forma heterogênea. Até a 1ª semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021, o Brasil registrou cerca de 8 milhões de casos e mais de 202 mil óbitos desde o início da pandemia, sendo que, nenhum estado apresentou queda no número de óbitos. A média móvel de óbitos foi de 988 óbitos diários, maior desde a 34ª semana epidemiológica (16/8 a 22/8/2020) de 2020, o que indica tendência de crescimento na quantidade de óbitos da COVID-19. O Brasil vem registrando recordes de casos diários, por exemplo, em 9 de janeiro de 2021, a média móvel de casos novos diários foi 51.550, maior média desde o início da pandemia (BRASIL, 2020c).

A COVID-19 foi reportada em todos os estados brasileiros, sendo São Paulo considerado o epicentro da doença com mais de 1,5 (19,07%) milhões de casos, seguido por Minas Gerais com mais de 587 (7,27%) mil casos, Santa Catarina com cerca de 518 (6,42%) mil casos e Bahia com 511 (6,32%) mil casos, sendo Rio Grande do Sul, Roraima e Distrito Federal, os estados que apresentam maiores as incidências da doença (BRASIL, 2020c). A Paraíba é o 16º estado em termos de incidência da COVID-19. Todavia, sabe-se que o isolamento social não ocorreu como preconizado no país, por exemplo, que registrou 41,80% de isolamento no início de 2021, quando o ideal seria 70% (CANDIDO *et al.*, 2020).

Em pesquisa realizada pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) no Brasil, por meio de sequenciamento genético em mais de 420 pacientes de dois estados brasileiros, identificou-se que pelo menos seis linhagens do SARS-CoV-2 circulantes nos primeiros meses da pandemia, destacando-se ainda, que através de projeções, possivelmente o vírus entrou no Brasil a partir da Europa ou Estados Unidos durante o final de fevereiro (época do carnaval brasileiro) de 2020. Ressalta-se que o Brasil possui uma sazonalidade em relação às doenças respiratórias que se agravam ao final do outono e início de inverno (ROSA *et al.*, 2008) e é justamente nesse período que a presença de microrganismos como os vírus são mais frequentes, ocasionando elevação do número de internações (FIOCRUZ, 2020).

3.2.3 Epidemiologia do SARS-CoV-2 no estado da Paraíba

O primeiro caso de COVID-19 no estado da Paraíba foi confirmado em 19 de março de 2020, a partir de um viajante da Europa que desembarcou na capital do estado, João Pessoa. Trinta dias após o primeiro caso, o estado reportou 245 casos, um aumento maior que 24000% e, até a 1ª semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021, foram registrados mais de 172 mil casos no estado e cerca de 3.800 óbitos, com 2,2% de letalidade (PARAÍBA, 2020).

O município mais acometido pela pandemia foi a capital do estado, João Pessoa, com 43.684 casos (25,35%), seguido por Campina Grande 15.765 (9,15%), Patos 7.417 (4,30%), Guarabira 5.310 (3,08%) e Santa Rita 4.215 (2,44%), enquanto São Bento, Ingá e Marcação apresentam as maiores incidências da doença. As pessoas mais acometidas pela COVID-19 no estado possuem de 30 a 49 anos, porém, as pessoas idosas concentram o maior percentual de letalidade. Destaca-se ainda, que a Paraíba conseguiu atingir o índice de isolamento social recomendado somente no início da pandemia, quando registrou 58,5% na 13ª semana epidemiológica (22/3 a 28/3/2020) de 2020 (PARAÍBA, 2020).

Nesse contexto, ressalta-se a importância da compreensão acerca dos critérios diagnósticos clínico-epidemiológicos implantados pelo MS para combate à COVID-19. Os casos suspeitos de infecção são aqueles que apresentem resultado laboratorial inconclusivo para SARS-CoV-2 ou positivo em ensaio de coronavírus; casos confirmados, são indivíduos com confirmação laboratorial conclusiva, independente de sinais e sintomas; casos descartados são aqueles que se enquadram em casos suspeitos, no entanto, apresenta positividade para outro agente etiológico ou negativo para SARS-CoV-2 e casos excluídos que são representados pelo não enquadramento na definição de casos suspeitos. A notificação compulsória da patologia deve ser imediata, ou seja, até no máximo 24 horas (BRASIL, 2020b).

3.2.4 Transmissão e diagnóstico

A transmissão ocorre através de gotículas a partir da fala, tosse ou espirro de uma pessoa infectada (BRASIL, 2020b). Dessa maneira, diversos países estão seguindo as orientações da OMS, a saber: lavagem das mãos frequentemente com álcool a 70%, ficar a uma distância de mais ou menos um metro, evitar aglomerações, além de praticar etiqueta

respiratória ao tossir e/ou espirrar, cobrindo a boca e/ou nariz com antebraço ou lenço descartável. Outros modos de transmissão estão sendo investigados e não se deve descartar como por exemplo, a via fecal-oral (EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2020; HUI; ZUMBLA, 2019; ONG *et al.*, 2020).

Entre os testes diagnósticos utilizados para confirmação da presença de infecção por SARS-CoV-2, está o teste Transcriptase Reversa seguida pela Reação em Cadeia da Polimerase (RT-PCR), que age diretamente no RNA viral, intensificando sua identificação. No entanto, o teste possui algumas limitações como amostras constituídas por baixas cargas virais e tempo entre a coleta até a obtenção do resultado, além da necessidade de profissionais especializados (NATIONAL HEALTH COMMISSION, 2020). Testes rápidos que atuam nas Imunoglobulina M (IgM) e Imunoglobulina G (IgG) não são recomendados para identificação recente da infecção (GUO *et al.*, 2020; LI *et al.*, 2020).

Inicialmente, faz-se necessário uma triagem associada aos fatores de risco apresentados pelas pessoas que procuram os serviços de saúde. Casos suspeitos e confirmados necessitam de tratamento, dependendo da gravidade, em hospitais específicos com capacidade material e humana com isolamento e proteção. O paciente deve ser colocado em um respectivo quarto com as devidas medidas de prevenção e controle para que o vírus não se dissemine (BOUADMA *et al.*, 2020; JIN *et al.*, 2020).

3.2.5 Tratamento

A critério médico, o tratamento é realizado focado na sintomatologia do paciente, sendo a oxigenoterapia, técnicas de ventilação e/ou intubação aplicadas se necessárias. Geralmente, o tratamento sintomático diz respeito ao uso de medicamentos como antipiréticos, analgésicos e outros para o controle da febre, dor, tosse e náusea, considerando a individualidade de cada paciente (HOLSHUE *et al.*, 2020; KUJAWSKI *et al.*, 2020).

O SARS-CoV-2 ocasiona inicialmente um quadro de Síndrome Gripal (SG) pelo qual a pessoa apresenta sinais e sintomas variados como febre e/ou sintomas advindos do sistema respiratório. O diagnóstico depende de uma investigação minuciosa das características clinico-epidemiológicas e anamnese associada ao exame físico (BRASIL, 2020b). Pesquisas iniciais sugerem que o potencial patogênico do vírus esteja associado a fatores de risco como idade avançada e presença de comorbidades (CHEN *et al.*, 2020; GUAN *et al.*, 2020; HUANG *et al.*, 2020). Alguns dos sinais e sintomas menos comuns são náusea ou diarreia, dias antes do início dos sintomas.

Todavia, indivíduos podem apresentar-se assintomáticos, ou seja, sem manifestar qualquer tipo de sinal ou sintoma da doença, no entanto, devem receber a devida atenção, pois esses indivíduos são de vital importância para o controle da pandemia e rastreio de contatos. O rastreio de suspeitos ou contatos se mostra como uma ferramenta imprescindível para o real conhecimento do cenário epidemiológico do SARS-CoV-2, uma vez que são um dos principais meios de transmissão (EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2020).

Assim, com a inexistência de um tratamento específico para a patologia, a melhor forma de contenção de riscos é o distanciamento social, como ocorreu em vários países durante os surtos de SARS-CoV em 2002-2003 e MERS-CoV em 2012-2013, em que o intuito é separar indivíduos com suspeita de SARS-CoV-2 ou em contato com indivíduos suspeitos ou confirmados dos indivíduos considerados saudáveis, todo indivíduo com SG deve realizar isolamento domiciliar (LI *et al.*, 2020).

Associado ao isolamento social, o uso de máscaras pela população tem gerado resultados benéficos. O próprio MS recomenda o uso de máscaras caseiras de pano como um método de barreira eficaz quando combinado com outras medidas de higiene (CHEN *et al.*, 2020), enquanto as máscaras cirúrgicas ou N95 devem ser utilizadas por profissionais de saúde no atendimento a casos suspeitos ou confirmados de pacientes com o SARS-CoV-2 (LIU *et al.*, 2020).

Ressalta-se que até o momento, não há evidências científicas suficientes para o uso de um tratamento farmacológico específico para a COVID-19. Embora existam várias pesquisas focadas no uso de antimaláricos como cloroquina e da hidroxicloroquina (ROSENBERG *et al.*, 2020), os dados evidenciam o aumento da mortalidade devido ao seu efeito no coração ocasionando taquicardia ventricular ou fibrilação ventricular. O uso de antimicrobianos como azitromicina, vancomicina e ceftriaxona, também não possuem evidências científicas em pacientes com COVID-19 (FALAVIGNA *et al.*, 2020). Na mesma direção, o uso de antivirais como lopinavir, remdesivir e umifenovir, não são recomendados pela (ANSIVA) para manejo de pacientes com COVID-19 (BRASIL, 2020b). Portanto, a melhor maneira de manter-se seguro é a não exposição ao vírus, ou seja, através de medidas de prevenção.

3.2.6 Novas variantes do coronavírus e vacinas da COVID-19

A tendência de qualquer vírus é sofrer transformações em seu gene, essas transformações chamam-se mutações. Algumas mutações ocorrem em um longo período de

tempo, enquanto outras exigem curtos períodos. O SARS-CoV-2 vem sofrendo mutações em pequenos períodos de tempo como aconteceu em algumas regiões da Europa e África, o que ocasionou crescimento anormal de casos novos (OPAS, 2021).

Pesquisas com novas informações sobre as variantes estão surgindo diariamente, e questões como transmissão, doenças secundárias resultantes destas variantes e o como funcionará a imunização de indivíduos por meio de vacinas vem sendo alvo de debates. Sabe-se que o novo coronavírus possui “coroas” em sua superfície e que a partir disso, há interação com o organismo do hospedeiro. São justamente estas “coroas” que estão sendo monitoradas à fundo pelos cientistas e suas relações com as células do trato respiratório (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2021).

Até a 1ª semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021, três principais variantes do novo coronavírus causaram prejuízos biopsicossociais no mundo. A primeira variante foi identificada no Reino Unido e chamada de B.1.1.7, que logo se tornou mais numerosa do que outras existentes no Reino Unido e totalizou mais de 90% dos casos novos com um índice de transmissão em torno de 50% a 70%. Como consequência, o Reino Unido enfrentou seu terceiro *lockdown* e não foi o bastante para conter a disseminação da nova variante (KIRBY, 2021).

A segunda variante foi detectada na África do Sul e recebeu o nome de B.1.351 (TEGALLY *et al.*, 2020), inicialmente detectada no início de outubro de 2020, disseminou-se para outros continentes, chegando aos Estados Unidos no final de janeiro de 2021. A terceira variante que preocupa os sistemas de vigilância epidemiológica à nível mundial foi identificada no Brasil, denominada variante P.1, é descendente da linhagem B.1.1.28, descoberta a partir de viajantes que chegaram ao Japão provenientes de um voo cujo ponto de partida foi o estado do Amazonas. A P.1 possui particularidades que aumentam a capacidade de associação entre antígenos virais e anticorpos do indivíduo (VOLOCH *et al.*, 2020).

Em meio aos desafios impostos pelos diversos cenários da pandemia, como por exemplo, o surgimento de novas variantes virais, cabe destacar a produção em tempo recorde de vacinas por diversos laboratórios em parcerias com institutos de pesquisa. Existem dois tipos de vacinas, a saber: as vacinas que são compostas por vírus inativados por meios físicos ou químicos são chamadas de vacinas inativadas e as vacinas que possuem o vírus com capacidade de infectividade reduzida por meios laboratoriais são chamadas de vacinas atenuadas (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2015).

Entre as vacinas da COVID-19 pode-se citar a CoronaVac, produzida com vírus inativado, que ao interagir com o sistema imune a produção de anticorpos, cuja eficácia, ficou

em torno de 50,38% para o indivíduo não ser infectado pela COVID-19, caso seja infectado, há 100% de chance de a doença não evoluir com sintomas graves. A CoronaVac foi produzida inicialmente na China pela farmacêutica Sinovac, e em seguida, transferiu a tecnologia para o Instituto Butantan em São Paulo, Brasil. Sendo a sua aplicação aprovada emergencialmente pela Agência Nacional de Vigilância em Saúde (ANVISA) em 17 de janeiro de 2021 a partir do sucesso do estudo realizado com cerca de 13.060 voluntários (ANVISA, 2021).

A ChAdOx1 nCoV-19 produzida pela Oxford em parceria com a farmacêutica inglesa AstraZeneca, possui vírus atenuados com infectividade reduzida para provocar a doença no ser humano, pois uma vez em contato com o sistema imunológico, ocorre produção de proteínas específicas contra a infecção. Com o estudo liderado pela FIOCRUZ, 10 mil voluntários participaram dos testes em cinco estados brasileiros e sua eficácia ficou em torno de 62% com duas doses e 90% com meia dose mais uma segunda dose (FIOCRUZ, 2021).

Simultaneamente a produção das vacinas supracitadas, as empresas Pfizer e BioNTech desenvolveram uma vacina com mecanismo de ação baseado no RNA-mensageiro, que auxilia o sistema imunológico a produzir proteção específica contra o SARS-CoV-2, a vacina recebeu o nome de BNT162b2. Com testes no Brasil desde setembro de 2020 em São Paulo e Bahia, sua eficácia ainda não foi divulgada, de modo que, as negociações com o governo brasileiro continuam em andamento (PFIZER, 2021).

Em Israel, país do continente Asiático, a campanha de vacinação está gerando resultados benéficos com relação aos casos novos de COVID-19, pois o país está priorizando os grupos de risco como idosos e profissionais de saúde. Com a vacinação destes públicos, o país registrou um índice de vacinação em torno de 20% da população no mês de janeiro de 2021, sendo que sua população total contabiliza 8 milhões de pessoas, o que corresponde a mais ou menos 1% de sua população total vacinada por dia desde o início da campanha. O país foi o primeiro no mundo a adotar o terceiro *lockdown* para conter a subida de casos simultaneamente com a vacinação (ROSEN; WAITZBERG; ISRAELI, 2021). Outros países também iniciaram a vacinação, por exemplo, Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha.

3.3 EPIDEMIOLOGIA ESPACIAL E SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÃO ESPACIAL

Em estudo pioneiro na capital da Inglaterra em 1854, o Dr. John Snow analisou óbitos de etiologia desconhecida. O médico suspeitou das fontes de abastecimento da cidade que percorriam diversas bombas d'água até chegar às residências das pessoas. Após análise, comprovou-se que havia a presença, no caminho percorrido pela água e sua fonte de

abastecimento, de uma bactéria denominada de *Vibrio cholerae*, responsável pela cólera e consequentemente pelos óbitos constantes (ALMEIDA, 2011).

O Dr. Snow possuía uma concepção de inferência a partir de mapas antes mesmo do surgimento da ciência moderna. Nessa época a associação entre geografia e saúde era baseada em métodos descritivos utilizados nas topografias médicas, que objetivavam ampliar o conhecimento acerca dos fenômenos naturais e humanos em associação com as relações sobre fatores climáticos e distribuição de algumas doenças.

Os fenômenos de saúde como patologias, óbitos, nascimentos e outros, podem ser georreferenciados, ou seja, referenciados geograficamente tornando suas coordenadas conhecidas em um sistema de referência (BRASIL, 2006a). Assim, o estudo que lida com a distribuição geográfica dos fenômenos em saúde associando-os espacialmente é definido como epidemiologia espacial, usada cada vez mais devido a sua capacidade de resolubilidade frente a problemas em que o espaço geográfico faz parte da análise (CARVALHO; SOUZA, 2005).

Considerando a epidemiologia espacial e sua importância para a saúde, pesquisas que considerem o espaço como objeto de análise como a análise espacial e espaço-temporal das anomalias congênitas do sistema nervoso no estado da Paraíba (LIMA; VIANNA; MORAES, 2019), na análise comparativa de métodos de aglomeração espacial para estudos epidemiológicos (PINTO *et al.*, 2019) e para análise da evolução de doenças infecciosas como Tuberculose (RIBEIRO *et al.*, 2014), vem auxiliando gestores na tomada de decisão em saúde.

Destaca-se, ainda, a evolução do geoprocessamento atrelado às análises dos dados espaciais em saúde, cujo conceito caracteriza uma disciplina do conhecimento responsável pela utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, sendo possível inclusive a realização de análises complexas com vários bancos de dados por meio de suas ferramentas computacionais, denominadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (CÂMARA *et al.*, 2001).

O uso do SIG em estudos na área da saúde permite uma compreensão mais dinâmica da relação entre saúde e ambiente, uma vez que pesquisadores possuem diversos métodos para a adequada manipulação dos dados espaciais (SANTOS *et al.*, 2004). Para tanto, faz-se necessário a compreensão de alguns conceitos inerentes a temática como espaço-geográfico, geo-campos e geo-objetos.

Denomina-se de espaço-geográfico a coleção de localizações na superfície terrestre, onde ocorrem os fenômenos geográficos. É definido em função de suas coordenadas, altitude

e posição relativa (DOLFUD, 1991). Já os geo-campos representam a distribuição espacial de determinada variável, possuindo valores em todos os pontos pertencentes a uma região do espaço geográfico em um período de tempo (CÂMARA *et al.*, 2001). Os geo-objetos ou objetos geográficos, são caracterizados como entidades distintas e localizáveis que compõem uma determinada região do espaço geográfico (WORBOYS, 1995). Os SIG e métodos de mapeamento, análises preditivas, análises espaço-temporais, entre outras têm sido indispensáveis para a gestão do combate eficaz frente às epidemias.

Na fase inicial do surto em Wuhan, buscou-se correlacionar a distribuição dos casos de SARS-CoV-2 e a emigração populacional por meio de um modelo espaço-temporal bayesiano para auxiliar o alerta precoce e prevenção de futuros surtos. Os pontos quentes distribuíram-se no Centro-Oeste e pontos frios no Sudeste. Já a tendência temporal, indicou que o risco de contágio da doença era de 1,558 vezes maior de ocorrência com relação ao dia anterior (CHEN *et al.*, 2020).

Em estudo realizado com 54 pacientes com SARS-CoV-2 na província de Gansu, China, a partir de variáveis epidemiológicas, mapeamento e análise espacial dos casos, identificou-se heterogeneidade espacial significativa e não aleatoriedade dos casos de COVID-19 a partir de Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), com maior concentração de aglomerados em Lanzhou (4,5%), capital do leste da província de Gansu. O estudo considerou uma significância de 5%, por ser uma província restrita das demais e viu-se a necessidade de saber como a patologia se comportou espacialmente na região (FAN *et al.*, 2020).

Por meio de um modelo em rede e inferência bayesiana, buscou-se simular a dinâmica espaço-temporal das infecções por SARS-CoV-2 em 375 cidades da China. A partir da mobilidade populacional, identificou-se que grande proporção das infecções antes das restrições de mobilidade (86%) não foram notificadas como deveriam aos órgãos competentes, de modo que, essas infecções não notificadas se constituíram como a principal fonte de infecção dos casos notificados (79%) e o estudo considerou uma significância de 5% (LI *et al.*, 2020). Além da dinâmica espaço-temporal, lacunas na mobilidade populacional como desobediências das medidas de prevenção ocasionaram maior disseminação do SARS-CoV-2 pelos bairros chineses (KRAEMER, *et al.*, 2020).

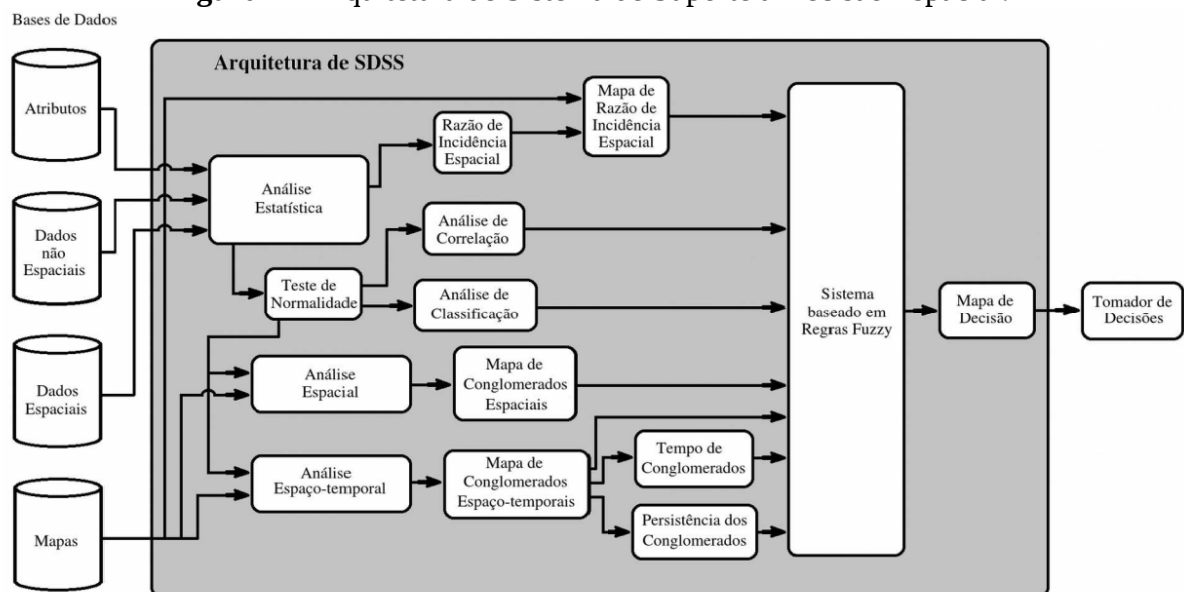
A pandemia por COVID-19 requer técnicas e meios que considerem um cenário amplo que vai desde variáveis individuais até variáveis ao nível de território. O SDSS considera, além das técnicas clássicas da estatística, a componente geográfica para a construção da tomada de decisão. Há na literatura vários SDSS, porém, pequeno quantitativo é direcionado

para problemas epidemiológicos específicos da área (MORAES; NOGUEIRA; SOUSA, 2014).

A arquitetura SDSS utilizada no presente estudo versa sobre aspectos epidemiológicos para o suporte à decisão, subsidiando assim, a tomada de decisão na gestão pública. A arquitetura foi projetada originalmente por Moraes, Nogueira e Sousa (2014) com o intuito de fornecer análise estatística, espacial e espaço-temporal de uma área geográfica que resultam em decisões para a mitigação de doenças e agravos de maneira multisetorial. Dessa forma, a arquitetura possui como entradas um conjunto de atributos, dados espaciais e não espaciais e mapas, onde seus desdobramentos são incorporados em um SBRF e por fim, gera-se um mapa de decisão que pode ser utilizado como uma importante ferramenta para auxiliar o gestor na tomada de decisão em saúde.

A versão mais recente da arquitetura SDSS pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 - Arquitetura de Sistema de Suporte à Decisão Espacial.



Fonte: Moraes e Machado (2019, p. 227).

3.4 TESTE DE NORMALIDADE

Essa arquitetura fornece uma nova abordagem para a solução de problemas advindos da epidemiologia, associada ao fato de que diversas metodologias estatísticas podem ser incorporadas em um de seus primeiros módulos denominado de Análise Estatística. Nesse módulo, a depender do problema a ser analisado, vários métodos podem ser empregados com o intuito de tornar uma análise mais eficiente e eficaz advindas de várias fontes. Um dos

métodos empregados foi a Média Móvel (MM) de casos e óbitos de cada semana epidemiológica. É uma medida que suaviza os valores extremos dos dados, o que é essencial para os dados da COVID-19 que oscilam em quantidade durante os dias úteis e finais de semana.

A MM fornece o valor médio de determinado período, por exemplo, utilizando-se uma MM de 7 dias, o resultado mostrará o valor médio de determinado problema dos últimos 7 dias, uma MM de 14 dias, retornará informações sobre o valor médio dos últimos 14 dias. No presente trabalho, conectou-se a MM de cada dia, gerando uma linha de MM utilizando os últimos 7 dias como referência. A equação de MM pode ser visualizada a seguir (APPEL, 2005):

$$MM = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_N}{N} \quad (1)$$

onde: C_N representa o número de casos e óbitos de que se está calculando a média e N o número de dias da média móvel definida pelo pesquisador.

Dessa forma, visando conhecer a distribuição dos dados referentes aos casos de SARS-CoV-2 no estado da Paraíba, utilizou-se o teste *Lilliefors* que pondera valores centrais e extremos da distribuição. Esse teste permite verificar se os dados podem ser aproximados pela distribuição normal, de modo que, trata-se de uma derivação do teste de aderência de *Kolmogorov-Smirnov* em que é calculada a distância máxima (D) entre a função de distribuição acumulada dos dados F_n e a função de distribuição acumulada hipotética F gerada pelo teste por meio de simulações de Monte Carlo. Se o valor da distância máxima, ou seja, o p-valor for estatisticamente significativo ao nível de significância estabelecido pode-se rejeitar, ou não, a hipótese de normalidade dos dados (SIEGEL, 2006).

$$D = \max \{F_n - F\} \quad (2)$$

3.5 RAZÃO DE INCIDÊNCIAS ESPACIAL

Na análise espacial dos dados foram utilizadas a Razão de Incidências Espacial (RIE) e a varredura Scan para detecção de aglomerados espaciais. Utilizando como base os conceitos de geo-objetos e região geográfica oriundos de Doulf (1991) e Worboys (1995) para a análise da RIE, os geo-objetos são os municípios do Estado da Paraíba, enquanto o estado da Paraíba é a região geográfica. Convencionalmente, a região geográfica G é estabelecida por n geo-objetos denominados de $g_1, g_2, \dots, g_n$. $Xg_i, i=1, \dots, n$, refere-se a uma variável aleatória dada pela contagem do evento epidemiológico em um determinado período de tempo para cada geo-objeto g_i ; e o Mg_i é denominado como a população sob risco em cada geo-objeto g_i . Desta forma, a RIE para cada geo-objeto g_i é dada pela equação a seguir (LIMA *et al.*, 2019; SÁ *et al.*, 2020):

$$RIE(g_i) = \frac{\frac{Xg_i}{Mg_i}}{\frac{\sum_{j=1}^n Xg_j}{\sum_{j=1}^n Mg_j}} = \frac{\frac{Xg_i}{Mg_i}}{\frac{\bar{X}}{\bar{M}}} \quad (3)$$

Desta forma, a RIE é interpretada como $RIE(g_i) = 0$, quando não foram registrados casos naquela subárea; $0 < RIE(g_i) < 0,5$ quando a RIE naquela subárea foi inferior do que a metade da incidência em toda a região geográfica; $0,5 \leq RIE(g_i) < 1,0$, a RIE naquela subárea é maior ou igual a metade e inferior a incidência em toda a região geográfica; $1,0 \leq RIE(g_i) < 1,5$, a RIE naquela subárea é maior ou igual a incidência em toda a região geográfica, mas não a excede em mais do que 50%; $1,5 \leq RIE(g_i) < 2,0$, a RIE naquela subárea é maior ou igual a 1,5 vezes a incidência em toda a região geográfica, mas não a excede em mais do que 2 vezes; e quando $RIE(g_i) \geq 2,0$, a RIE naquela subárea é maior ou igual a 2,0 vezes a incidência em toda a região geográfica (LIMA *et al.*, 2019; SÁ *et al.*, 2020).

A RIE forneceu um entendimento de como a COVID-19 se comporta com relação entre municípios e estado da Paraíba, uma vez que essa medida epidemiológica fornece uma padronização passível de comparação entre essas diferentes áreas geográficas: os geo-objetos, que no caso, são os municípios e a região geográfica que se caracteriza como o estado da Paraíba.

3.6 ESTATÍSTICA SCAN

A varredura Scan foi proposta por Kulldorf e Nagawarlla (1995) com o intuito de identificar n sub-regiões candidatas a aglomerados com seus respectivos centros de massa ou centroides. Trata-se de um método de varredura de boa eficiência, onde se obtém um conjunto de possíveis aglomerados circulares cujos raios variam desde somente o centroide em análise até todos os centroides da região.

Assim, o objetivo da varredura Scan é identificar aglomerados nos quais a ocorrência do fenômeno possui significativamente mais probabilidade de ocorrência dentro do próprio aglomerado do que fora. Para cada centroide em específico, o raio pode variar de zero a um valor máximo, no entanto recomenda-se que 50% seja o valor total para limitar o raio. Dois modelos probabilísticos podem ser empregados na utilização do método, a saber: Modelo Binomial e o Modelo de Poisson.

Formalmente, seja M o total de indivíduos na população sob risco em determinada região geográfica G . Para cada centroide, círculos posicionados tiveram o raio aumentado envolvendo centroides vizinhos até um percentual da população pré-determinado, paralelamente para cada área englobada pelo raio do círculo se realiza um teste de significância com o intuito de saber se a subárea (geo-objeto) é um candidato a aglomerados. Dado L_1 um conjunto de todas as zonas circulares, sabendo que $L_1 \subseteq G$, onde C representa o total de geo-objetos em G e J_i é o número máximo de áreas mais próximas do geo-objeto g_i (TANGO, 2010).

$$L_1 = \{l_{ij} \in G \mid 1 \leq i \leq C, 1 \leq j \leq j_i\} \quad (4)$$

Dessa forma, seja $p_l = z_l/m_l$ a probabilidade de casos ocorrerem dentro da zona l , que possui z_l casos registrados e m_l indivíduos sob risco e $q_l = (Z - z_l)/(M - m_l)$ a probabilidade de casos fora da zona. Se a zona l for candidata a um aglomerado, tem-se a seguinte razão de verossimilhança (SÁ *et al.*, 2020):

$$\lambda = \begin{cases} \sup_{l \in L_1} \left(\frac{z_l}{E(l)} \right)^{z_l} \left(\frac{Z-z_l}{Z-E(l)} \right)^{Z-z_l}, & \text{se} \\ \frac{z_l}{E(l)} > \frac{Z-z_l}{Z-E(l)} \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (5)$$

onde: $E(l) = \frac{Z_{ml}}{M}$ é o valor esperado de casos dentro da zona l .

Utilizou-se um nível de significância de 5% para os testes de hipóteses de simulações de Monte Carlo, cuja hipótese de nula foi aleatoriedade espacial (KULLDORF; NAGAWARLLA, 1995).

Se a estatística resultante para o conjunto de dados original estiver entre os $100\alpha\%$ valores mais altos das estatísticas dos conjuntos de dados independentes, rejeita-se a hipótese nula ao nível de significância α . Sendo assim, a vantagem da utilização associada entre RIE e Scan pode ser explicada pelo processo de interpretação dos aglomerados espaciais detectados na varredura Scan, uma vez que possuindo o mapa da RIE como referência, analisam-se os mapas Scan em busca do maior quantitativo de acertos e menor número de erros. Todo processo foi conduzido pela análise detalhada daqueles municípios com RIE elevada acima da RIE do estado.

3.7 ESTATÍSTICA SCAN ESPAÇO-TEMPORAL

A estatística Scan espaço-temporal foi utilizada para detecção de aglomerados espaciais e temporais de maneira simultânea. O método é realizado por meio de uma janela cilíndrica com base circular e altura, representando a dimensão geográfica e o intervalo de tempo, respectivamente. Assim, a janela se move no espaço e no tempo obtendo um quantitativo infinito de sobreposições de cilindros, porém, os dados epidemiológicos possuem um número finito de indivíduos, o que ocasiona o mesmo número de indivíduos para alguns cilindros. De acordo com Kulldorff *et al.* (1997), o ideal é que o tamanho da dimensão geográfica e intervalo de tempo sejam até no máximo a metade do número de casos esperados e metade do período total.

Na Scan espaço-temporal são consideradas zonas circulares em L_1 , cujo período de tempo é denominado por N_t intervalos desde o tempo inicial t_1 até o tempo final t_{N_t} (TANGO, 2010):

$$PT = \{t_1, \dots, t_{N_t}\} \quad (6)$$

O tempo pode ser utilizado de duas maneiras, a maneira prospectiva e a retrospectiva. A primeira diz respeito à detecção de aglomerados que estão ocorrendo atualmente no tempo

e no espaço, ou seja, estão ativos. Enquanto que, a segunda maneira significa que os aglomerados analisados ocorreram no passado, o que significa que começaram e terminaram antes do início do estudo. Da mesma forma assim como a estatística Scan, na estatística Scan espaço-temporal dois modelos frequentemente utilizados são Poisson e Bernoulli, como na área da epidemiologia trabalha-se, geralmente, com dados de contagem, o Modelo de Poisson é mais utilizado.

Além disso, a análise espaço-temporal é capaz de gerar duas informações adicionais que são o tempo dos aglomerados, ou seja, em qual momento em determinado período de tempo o aglomerado é detectado e a persistência dos aglomerados, o que significa dizer por quanto tempo cada aglomerado detectado existe (MORAES; NOGUEIRA; SOUSA, 2014).

A simulação de Monte Carlo é utilizada para calcular a significância de 5% dos aglomerados, cuja hipótese nula afirma que não há aglomerados espaço-temporal na região geográfica.

Assim, considerando um período de tempo em L_1 em uma pesquisa do tipo retrospectiva, como é o caso do presente estudo, a base do cilindro representa o espaço (L_1) e sua altura representa o período de tempo (PT), definindo assim um domínio cilíndrico dado por $L_2 = L_1 \times PT$. Se a zona cilíndrica l_2 for uma candidata a um aglomerado, a razão de verossimilhança é dada por (TANGO, 2010):

$$\lambda = \begin{cases} \sup_{l_2 \in L_2} \left(\frac{z_{l_2}}{E(l_2)} \right)^{z_{l_2}} \left(\frac{Z - z_{l_2}}{Z - E(l_2)} \right)^{Z - z_{l_2}}, & \text{se} \\ \frac{z_{l_2}}{E(l_2)} > \frac{Z - z_{l_2}}{Z - E(l_2)} \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (7)$$

onde: Z representa o número total de casos no $G \times PT$, enquanto z_{l_2} significa o número total de casos na zona cilíndrica l_2 e $E(l_2)$ representa o número esperado de casos, que são dados por:

$$z_{l_2} = \sum (i, t) \in l_2 z_{it} \quad e \quad E(l_2) = \sum (i, t) \in l_2 e_{it} \quad (8)$$

onde: z_{it} e e_{it} são o número total de casos e o número esperado de casos, respectivamente, e ambos definidos para o geo-objeto i em um tempo específico t . Sendo assim, o número esperado de casos e_{it} é dado por:

$$e_{it} = \frac{\sum_{l=1}^C z_{it} \sum_{t=1}^{N_t} z_{it}}{M} \quad (9)$$

3.8 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

A correlação estatística trata-se de uma avaliação de possível associação linear entre duas variáveis, essa avaliação é feita pela estatística denominada coeficiente de correlação podendo assumir valores no intervalo -1 a +1, correlação perfeita negativa e correlação perfeita positiva, além do valor zero, que indica ausência de correlação (SWINSCOW, 1998).

Sabe-se que os dados coletados podem ser tratados com dois tipos de testes estatísticos, os testes paramétricos ou não-paramétricos. Para análise da correlação paramétrica temos o método de Pearson, enquanto que para correlação não-paramétrica temos um método análogo, que se denomina correlação de Spearman. Geralmente, dados provenientes da área de saúde são analisados por testes não-paramétricos, por possuírem uma distribuição amostral que não se aproxima da distribuição normal, sendo assim, o teste não paramétrico citado acima será melhor aprofundado a seguir.

A correlação criada por Spearman em 1904, dado por ρ_s para parâmetro populacional e r_s como estimador amostral, mede o grau de associação não linear entre duas variáveis X e Y que possuem escala de mensuração ordinal. Formalmente para computar a correlação entre elas a equação é dada por:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (10)$$

onde d_i é a diferença de classificação para X e Y.

Os valores assumidos pela correlação de Spearman estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores assumidos pela correlação de Spearman.

ρ_s	Interpretação
0,9 a 1 (-0,9 a -1)	Correlação muito alta positiva (negativa)
0,7 a 0,9 (-0,7 a -0,9)	Correlação alta positiva (negativa)
0,5 a 0,7 (-0,5 a -0,7)	Correlação moderada positiva (negativa)
0,3 a 0,5 (-0,3 a -0,5)	Correlação baixa positiva (negativa)
0 a 0,3 (0 a -0,3)	Correlação sem significância

Fonte: Mukaka (2012).

Dessa forma, a correlação de Spearman foi utilizada com o objetivo de mapear as tendências dos resultados em cada município do estado da Paraíba.

3.9 LÓGICA FUZZY

Os conceitos importantes sobre a lógica *Fuzzy* e como suas ferramentas podem auxiliar na tomada de decisão serão tratados a seguir. Será gerado o mapa decisão, a partir das variáveis da entrada do SDSS e suas respectivas funções de pertinência, auxiliando assim, gestores e profissionais de saúde na tomada de decisão.

Alguns problemas da área da saúde não são passíveis de resolução através da lógica clássica, necessitando de um arcabouço teórico capaz de mostrar a decisão mais pertinente ou não. A lógica *Fuzzy* possui o poder de tratar as incertezas da análise dos dados em saúde, gerando um resultado contido entre o intervalo $[0,1]$ (ZADEH, 2000).

A lógica *Fuzzy* possui como arcabouço a teoria dos conjuntos *Fuzzy*. Um conjunto *Fuzzy* pode ser definido como uma classe de objetos possuidor de graus contínuos de associação, sendo atribuído a cada objeto do conjunto funções de pertinência que variam entre o intervalo $[0,1]$. Matematicamente, sendo A conjunto em U e x elemento pertencente a U , sua função de pertinência associa a cada ponto em U , um número real entre 0 e 1, em outras palavras, $A:U \rightarrow [0,1]$ (ZADEH, 1965).

Semelhante a teoria dos conjuntos clássica, pode-se realizar as operações básicas de União, pelo conector “OU”, Intersecção, por meio do conector “E” e Negação pelo conector “NÃO” entre conjuntos *Fuzzy*. Na lógica *Fuzzy*, como não se pode determinar com exatidão se determinado ponto pertence completamente ou não a dado conjunto, é necessário o auxílio de operadores denominados t-normas e t-conormas (MORAES; BANON; SANDRI, 2002). Na Tabela 2 podem ser visualizadas as principais t-normas e t-conormas.

Tabela 2 - Principais t-normas e t-conormas.

T-normas	T-conormas
$\min(a, b)$	$\max(a, b)$
$a \times b$	$a + b - ab$
$\max(a + b - 1)$	$\min(a + b, 1)$
$\begin{cases} a, \text{ se } b = 1 \\ b, \text{ se } a = 1 \\ 0, \text{ senão} \end{cases}$	$\begin{cases} a, \text{ se } b = 0 \\ b, \text{ se } a = 0 \\ 1, \text{ senão} \end{cases}$

Fonte: Moraes (1998).

Uma maneira comumente utilizada para expressar o conhecimento oriundo da lógica *Fuzzy* são as regras do tipo condição-ação compostas por termos linguísticos associados às variáveis em sistemas especialistas. Diz-se sistema especialista, um sistema capaz de solucionar problemas que geralmente são solucionados por especialistas humanos (RICH; KNIGHT, 1993). A seguir é possível observar uma regra do tipo condição-ação:

$$SE < \text{condição} > ENTÃO < \text{conclusão} >.$$

Uma regra *Fuzzy* é representada da seguinte maneira:

$$SE (x \text{ é } a_i) E (y \text{ é } b_i) ENTÃO (w \text{ é } c_i)$$

onde: x e y são as variáveis linguísticas de entrada, w representa a variável linguística de saída e a_i, b_i e c_i são realizações dessas variáveis, medidas na interação entre usuário e sistema (PEDRYCZ; GOMIDE, 2007).

$$SE (< \text{condição 1} > OU < \text{condição 2} >) E (< \text{condição 3} >) ENTÃO (< \text{conclusão 1} > E < \text{conclusão 2} >).$$

As regras constituem uma importante parcela do processo de inferência de um sistema especialista *Fuzzy*. Atualmente, sistemas baseados na lógica *Fuzzy* são aplicados em diversos campos do conhecimento, utilizando variados modelos de inferência, embora o modelo Mamdani de inferência *Fuzzy* seja o mais empregado. Inspirado na teoria desenvolvida por Zadeh (1965), Mamdani propôs seu modelo de inferência com o intuito de controlar uma combinação de máquina a vapor e caldeiras, por meio de regras linguísticas originadas da experiência de operadores humanos (FERREIRA, 2008).

Um sistema baseado em lógica *Fuzzy*, é constituído por quatro etapas, a saber: fuzzificação, base de conhecimento (Regras), motor de inferência e defuzzificação. Na fuzzificação ocorre a transformação dos elementos de entrada em variáveis linguísticas por meio de regras de formação que dependem das funções de pertinência. Assim, precisam-se deixar claro quais serão tais variáveis linguísticas, sua forma de mensuração e seus respectivos conjuntos *Fuzzy* (OLIVEIRA, 2004; PASSINO; YURKOVICH, 1997).

A base de conhecimento é considerada o centro do modelo linguístico *Fuzzy*, ou seja, a situação que será modelada. Nesta etapa, compõe-se as preposições *Fuzzy* de maneira

linguística que a posteriori formam o conjunto de regras, pelo fato de serem separadas das demais etapas, possíveis mudanças na base de dados tornam-se mais fáceis de serem realizadas (FERNANDES, 2004; OLIVEIRA, 2004). Em seguida, o motor de inferência processa os dados anteriormente citados, com base nas t-normas, t-conormas e regras pré-definidas para modelagem *Fuzzy* (PASSINO; YURKOVICH, 1997; SANTOS *et al.*, 2011).

A etapa final, denominada defuzzificação, se dá pela representação de um conjunto *Fuzzy* através de um número preciso (real) com base em métodos, como por exemplo, centro de área (centroide), método do máximo e método da média dos máximos. Ressalta-se que para todos os testes estatísticos foi considerado um α de 5% e que foram extraídas variáveis *Fuzzy* para RIE, Scan espacial e espaço-temporal, tempo de aglomerado espaço-temporal, persistência do aglomerado espaço-temporal e análise de correlação que por último, foram convertidas em valores numéricos (ORTEGA, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo será o estado da Paraíba, que dividido em 223 municípios apresenta uma extensão de 56.469,778 km², com uma população correspondente a 3.766.528 habitantes e atualmente dividido em 4 Regiões Geográficas Intermediárias e 15 Regiões Geográficas Imediatas, sendo Litoral/Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano. A Paraíba localiza-se ao leste da Região Nordeste e delimitado por três estados: Rio Grande do Norte (ao norte), Pernambuco (ao sul) e Ceará (ao oeste), além do Oceano Atlântico (ao leste) (IBGE, 2017). O mapa político-administrativo do estado da Paraíba pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Mapa político-administrativo do estado da Paraíba.



Fonte: Paraíba (2020a).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Tratou-se de um estudo ecológico, retrospectivo de abordagem quantitativa, por meio de dados do tipo secundário dos casos de COVID-19 disponibilizados diariamente em domínio público pela Secretaria de Estado da Saúde da Paraíba (SES-PB), da 12^a semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) de 2020 a 1^a semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021. Afim de facilitar o entendimento do período de estudo, os calendários epidemiológicos correspondentes a 2020 (ANEXO A) e 2021 (ANEXO B) encontram-se nos elementos pós-textuais da presente pesquisa.

A projeção populacional para 2020 e 2021, além da malha digital do estado foram obtidas a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020a; IBGE 2015) e malha digital das rodovias da Paraíba, obtida por meio do portal geográfico da Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AESA), que foi utilizada para plotar as

principais rodovias do estado, a saber: BR-230, BR-101, BR412, BR-104, BR-110, BR-116, BR-361, BR-405, BR-408, BR-426 e BR-427 (AESAs, 2020).

A população do estudo foi composta por todos os casos confirmados e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba durante o período do estudo. Os critérios de inclusão estabelecidos foram todos os casos notificados pela SES-PB que pudessem responder aos objetivos propostos da pesquisa e, em paralelo, não se tem critérios de exclusão.

A coleta dos dados ocorreu diariamente nos dados epidemiológicos da SES-PB no endereço: <https://superset.plataformatarget.com.br/superset/dashboard/55/>, por meio dos arquivos em formato csv., que posteriormente, foram analisados de acordo com os módulos constituintes da arquitetura SDSS: Análise Estatística, Teste de Normalidade, RIE, Análise Espacial, Análise Espaço-temporal, Tempo do aglomerado espaço-temporal, persistência do aglomerado espaço-temporal, coeficiente de correlação de Spearman e SBRF. Dessa forma, foram gerados tabelas, gráficos e mapas, buscando a melhor exposição dos resultados. Ressalta-se que na análise estatística, utilizou-se a média móvel dos casos e óbitos, uma vez que, trata-se de uma medida que suaviza as oscilações semanais dos registros e serve como base para compreender o caminho percorrido pelos casos se comparado há 7 dias anteriores.

Para a análise espacial e espaço-temporal dos dados foram utilizados os *software* livres e gratuitos R (R CORE TEAM, 2019) e o SaTScan (KULLDORF, 2018), respectivamente. Assim, a presente pesquisa pretendeu auxiliar na concepção de subsídios acerca dos níveis de prioridade para o combate à COVID-19 no estado da Paraíba, utilizando-se de um ponto de vista epidemiológico multidisciplinar por meio de uma arquitetura SDSS capaz de facilitar a tomada de decisão multifatorial dos governantes e profissionais de saúde.

4.3 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa foi realizada a partir de dados secundários de domínio público, obedecendo à Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 2016) e, portanto, não necessitou de submissão e apreciação por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Ressalta-se que os resultados da pesquisa favorecerão os gestores e profissionais de saúde do estado da Paraíba na formulação de estratégias e políticas públicas considerando o território e a multidimensionalidade da população paraibana em um cenário de crise ocasionado pela pandemia por COVID-19.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS CASOS E ÓBITOS POR COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA

Foram registrados 172.261 casos e 3.800 óbitos por COVID-19 da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) de 2020 a 2ª semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021 no estado da Paraíba. Desses, 39.889 (23,15%) casos e média de 949 casos por semana foram diagnosticados em indivíduos com 30 a 39 anos, 96.075 (55,77%) e média de 2.287 casos por semana do sexo feminino e 87.915 (51,03%) e média de 2.093 casos semanais pertencentes a raça/cor parda, o que pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos casos e óbitos de COVID-19 segundo faixa etária, sexo e raça/cor da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 1ª semana epidemiológica de 2021 (3/1 a 9/1/2021) no estado da Paraíba.

(Continua)

Variáveis			
Faixa etária	n	%	Média semanal
Até 9 anos	6.273	3,64	149
10 a 19 anos	10.967	6,36	261
20 a 29 anos	30.264	17,56	720
30 a 39 anos	39.889	23,15	949
40 a 49 anos	32.993	19,15	785
50 a 59 anos	24.391	14,15	580
60 a 69 anos	13.884	8,05	330
70 a 79 anos	8.269	4,80	196
80 ou mais	5.331	3,09	126
Sexo			
Masculino	76.186	44,22	1.813
Feminino	96.075	55,77	2.287
Raça/cor			

Tabela 3 – Distribuição dos casos e óbitos de COVID-19 segundo faixa etária, sexo e raça/cor da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 1ª semana epidemiológica de 2021 (3/1 a 9/1/2021) no estado da Paraíba.

(Conclusão)

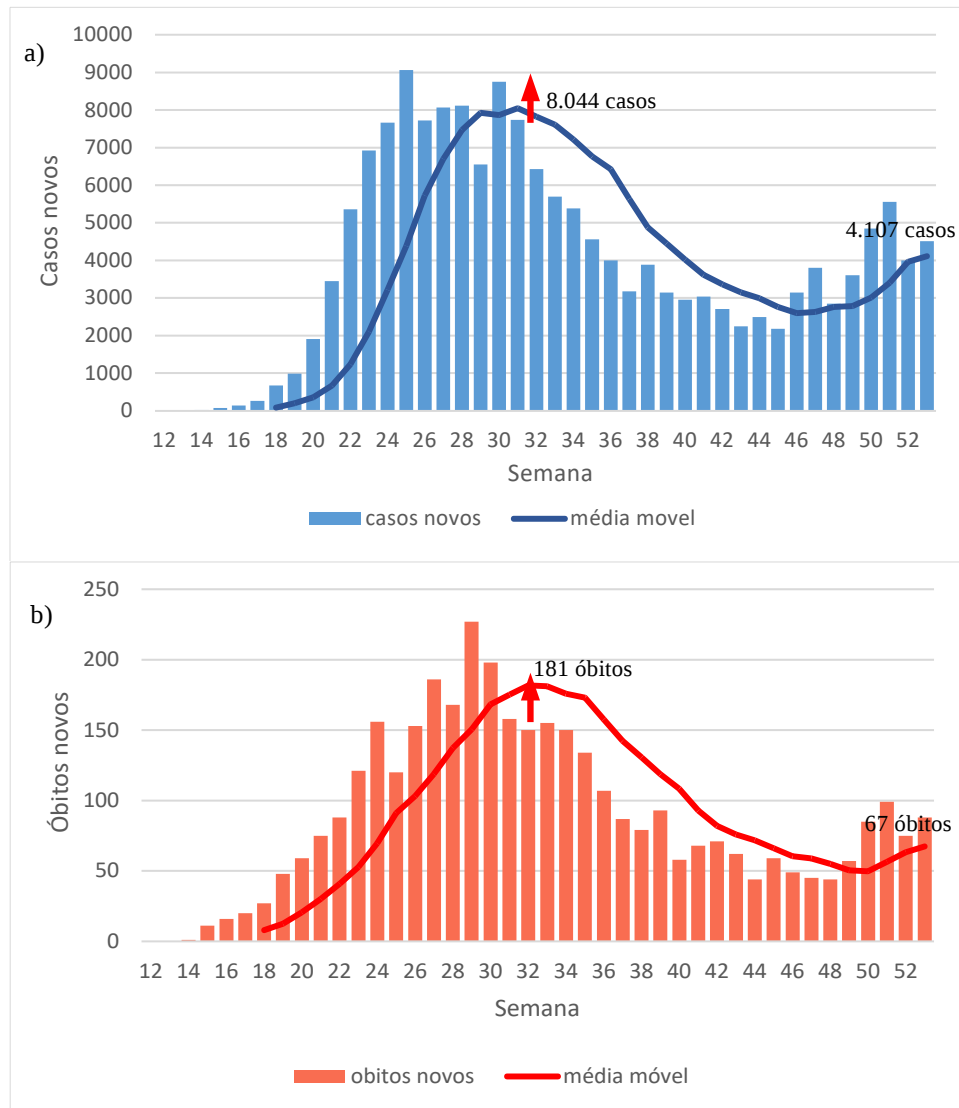
	n	%	Média semanal
Parda	87.915	51,03	2.093
Branca	38.376	22,27	913
Amarela	23.983	13,92	571
Preta	4.831	2,8	115
Indígena	1.376	0,79	32
Total	172.261	100	

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Com relação aos casos novos, houve variação de 1 a 9.067, com o maior registro ocorrendo na 25ª semana epidemiológica (14/6 a 20/6/2020) de 2020, sendo que, este maior quantitativo de casos possuiu contribuição de uma falha no sistema de notificação que processa os dados diários da COVID-19 do Ministério da Saúde, o e-SUS. A média móvel de casos novos teve seu pico na 31ª semana epidemiológica (26/7 a 1/8/2020) de 2020 com 8.044 casos, e na 53ª semana epidemiológica (27/12/2020 a 2/1/2021), a média móvel obteve valor de 4.107 casos novos (Figura 3a).

Os óbitos novos por semana epidemiológica variaram de 0 a 227, com o maior quantitativo registrado na 29ª semana epidemiológica (12/7 a 18/7/2020) de 2020. Enquanto a média móvel de óbitos novos possuiu seu pico na 32ª semana epidemiológica (2/8 a 8/8/2020) de 2020 com 181 óbitos e, na 53ª semana epidemiológica (27/12/2020 a 2/1/2021), a média móvel obteve valor de 67 óbitos novos (Figura 3b).

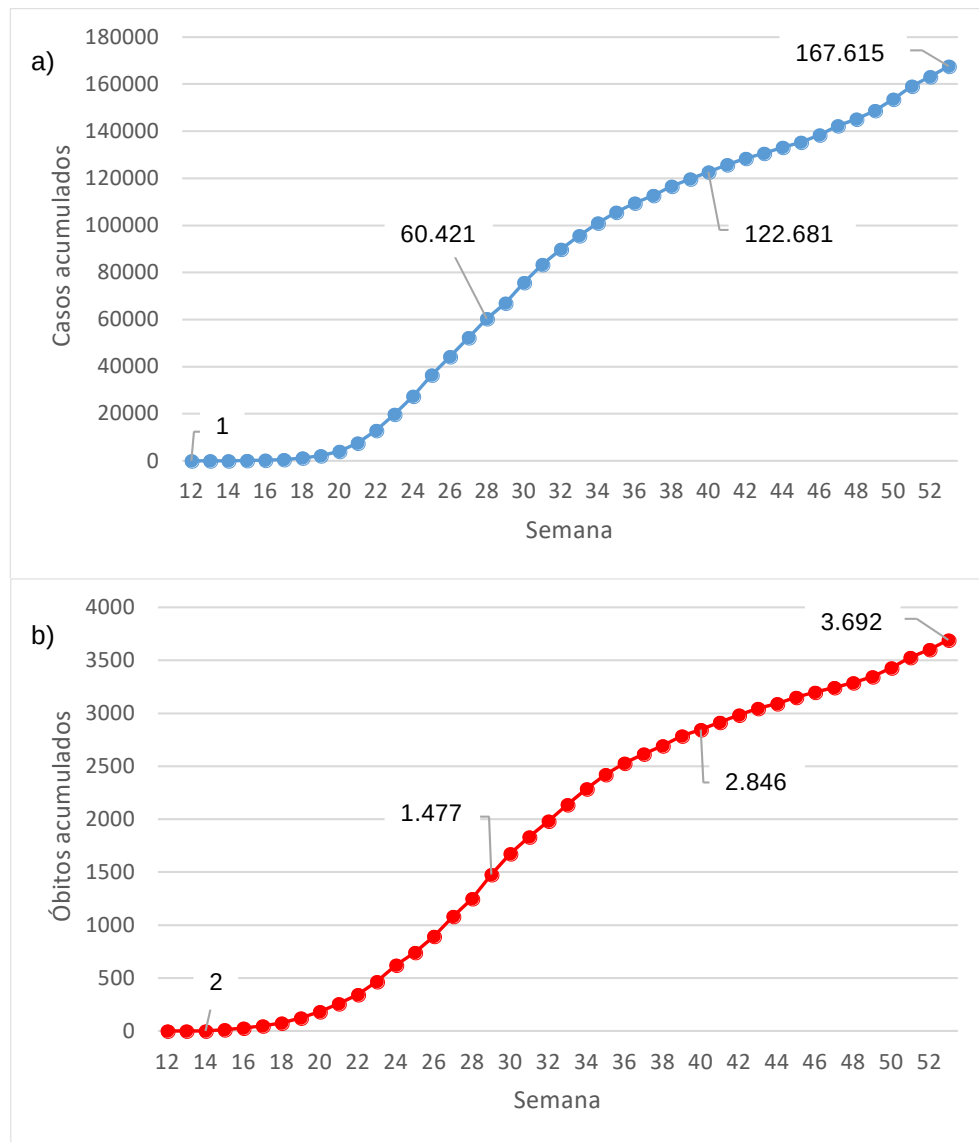
Figura 3 - a) Número de registros de casos novos (a) e óbitos novos (b) por COVID-19 e média móvel dos últimos 7 dias da 12^a semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 53^a semana epidemiológica (27/12/2020 a 2/1/2021) no estado da Paraíba.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

O número de casos acumulados da COVID-19 variou de 1 a 167.615 e média semanal de 81.679 casos registrados (Figura 4a). Da 12^a semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 29^a semana epidemiológica (12/7 a 18/7/2020), os casos foram de 1 para 60.421, e até a 40^a semana epidemiológica (27/9 a 3/10/2020) o registro dos casos mais que dobrou, ficando em torno de 122.681 casos acumulados (Figura 4a). O número de óbitos acumulados variou de 0 a 3.692, com média acumulada de 1.854 óbitos por semana, o que pode ser observado na Figura 4b.

Figura 4 - a) Número de registros de casos acumulados (a) e óbitos acumulados (b) por COVID-19 no estado da Paraíba da 12ª semana epidemiológica (15/3 a 21/3/2020) a 53ª semana epidemiológica (27/12/2020 a 2/1/2021) no estado da Paraíba.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

5.2 ANÁLISE ESPACIAL

Na análise espacial foram confeccionados os mapas da RIE e da estatística Scan para os casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba da 12ª semana epidemiológica de 2020 a 53ª semana epidemiológica de 2020. Ressalta-se que, nas análises seguintes a 1ª semana epidemiológica (3/1 a 9/1/2021) de 2021 não foi utilizada com o intuito de exemplificar a

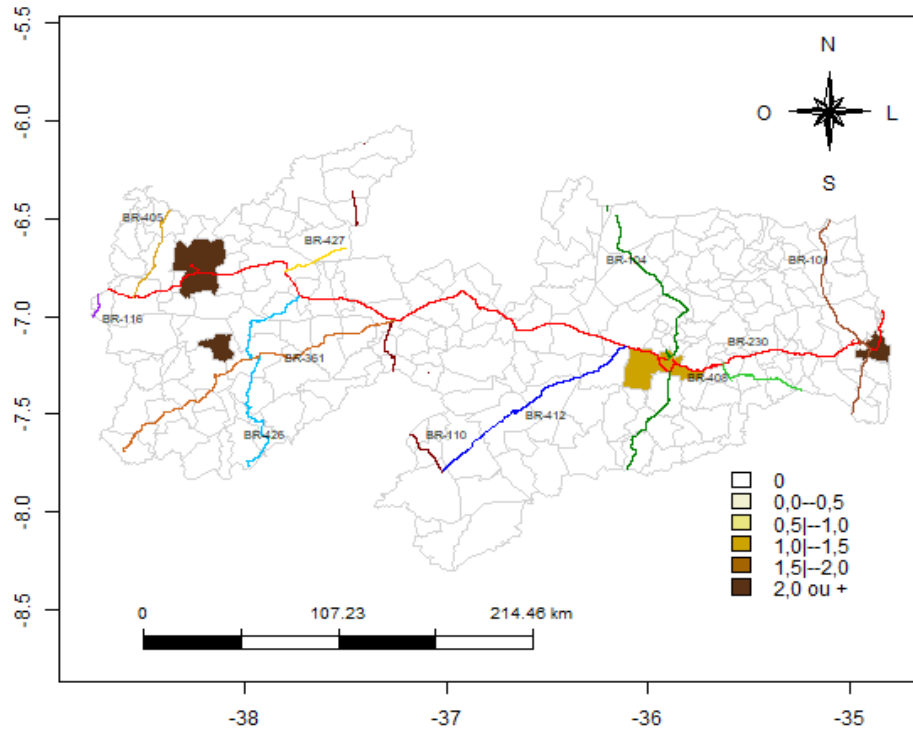
aplicação do SBRF, a aplicação do modelo foi realizada na 1ª semana epidemiológica de 2021. A seguir serão apresentadas as variáveis de entrada do SBRF, a saber: RIE, estatística Scan, estatística Scan espaço-temporal, tempo do aglomerado espaço-temporal, persistência do aglomerado espaço-temporal e correlação de Spearman.

Assim, para melhor compreensão da difusão espacial da doença pelo estado, a análise espacial foi dividida em quatro momentos distintos. O primeiro momento compreendeu o início da pandemia no estado da Paraíba, pelo qual foi representado pelos mapas da RIE e Scan da 13ª semana epidemiológica (22/3 a 28/3/2020) de 2020, com a presença de casos, principalmente em João Pessoa; O segundo momento demonstrou a difusão da COVID-19 pela região metropolitana de João Pessoa, em municípios como Santa Rita, Bayeux, Cabedelo e Conde, o que foi representado pelos mapas RIE e Scan da 20ª semana epidemiológica (10/5 a 16/5/2020) de 2020.

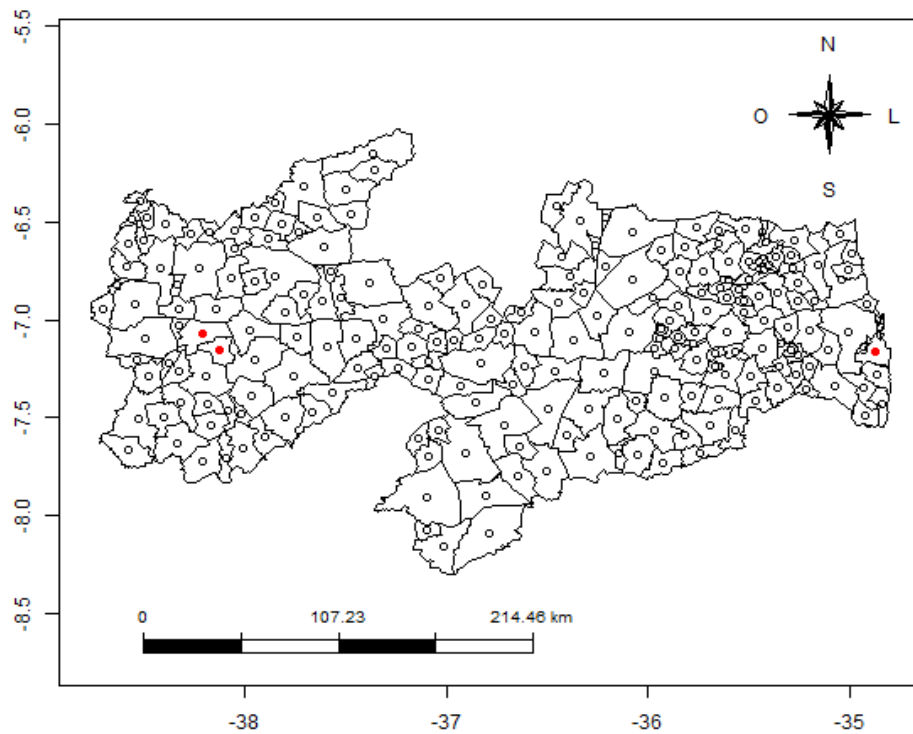
O terceiro momento da análise espacial demonstra a presença da doença na região norte do estado, em municípios de pequeno e médio porte como Marcação, Baía da Traição e Itapororoca, representado pela 31ª semana epidemiológica (26/7 a 1/8/2020) de 2020; e quarto e último momento foi demonstrado pela 51ª semana epidemiológica de 2020, explicitando a disseminação da doença por todo o estado.

No primeiro momento do monitoramento representado pela 13ª semana epidemiológica (22/3 a 28/3/2020) de 2020, a COVID-19 esteve presente em quatro municípios, a saber: Igaracy, Campina Grande, João Pessoa e Sousa, todos com RIE de pelo menos 1,5 vezes o valor desta medida no estado. A RIE variou entre 0 e 49,24, sendo Igaracy, localizado ao oeste do estado, o município com maior valor registrado (Figura 5a). A estatística Scan foi utilizada com 0,9% do percentual da população sob risco, identificando 2 dos 4 municípios destacados na Figura 5a e pode ser visualizada na Figura 5b.

Figura 5 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 13ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,9% na 13ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.



a) RIE 13ª semana epidemiológica

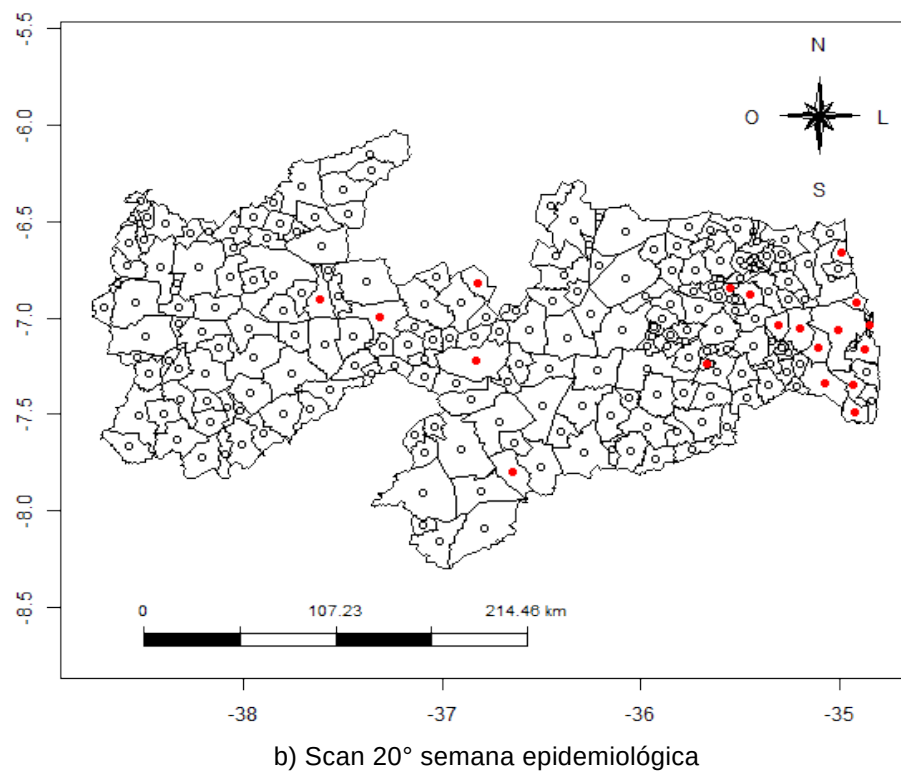
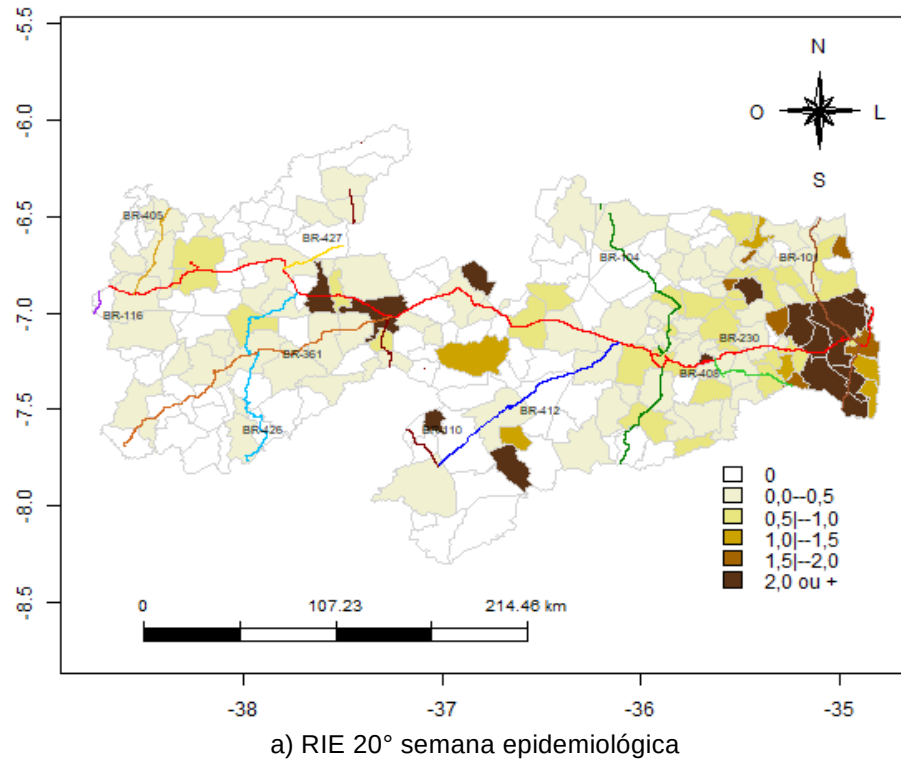


b) Scan 13ª semana epidemiológica

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Caracterizou-se o segundo momento da difusão espacial da COVID-19 pelo estado da Paraíba através da Figura 6. Onde os casos se disseminaram pela região metropolitana de João Pessoa e seu espalhamento para o litoral Sul do estado, neste contexto, 15 municípios (6,72%) apresentaram RIE maior ou igual a 2,0 vezes a incidência em todo o estado da Paraíba. A RIE variou de 0 a 8,67, de modo que, São José do Sabugi, município localizado ao norte do estado, possuiu o maior registro desta medida (Figura 6a). A estatística Scan foi utilizada com 0,1% da população sob risco, identificando aglomerados simples e compostos ao sul e ao oeste do estado, destaque para o aglomerado composto no Litoral Sul do estado (Figura 6b).

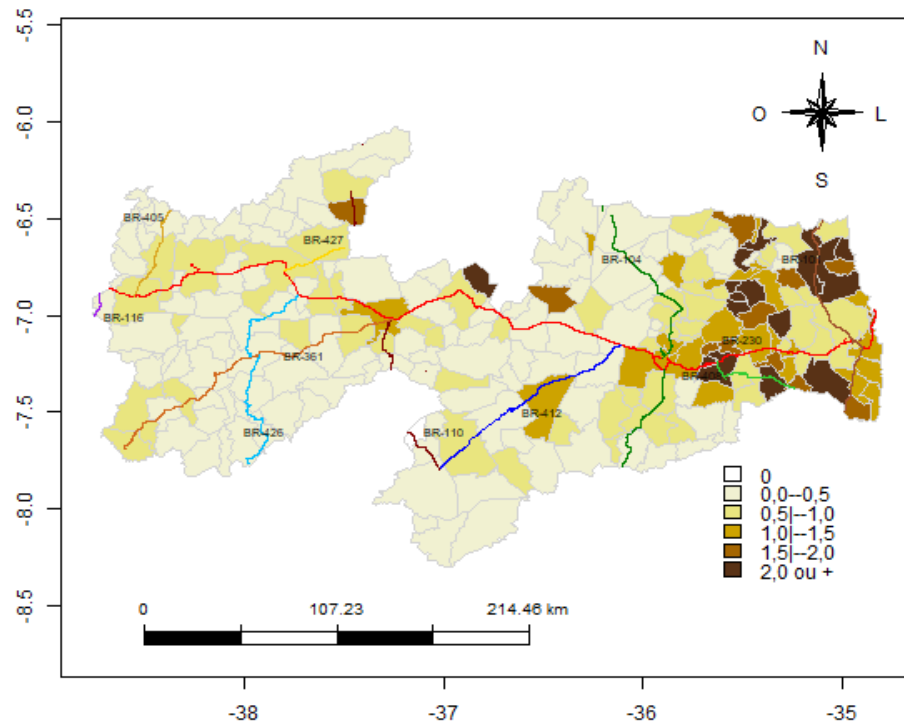
Figura 6 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 20ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,1% na 20ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.



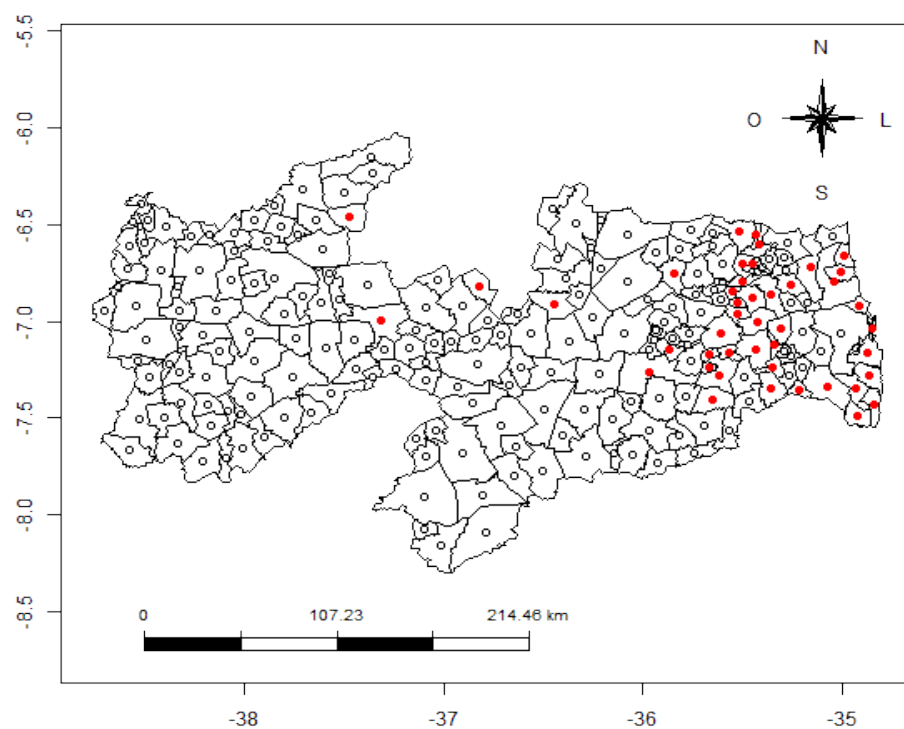
Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

O terceiro momento do monitoramento foi caracterizado pela 31ª semana epidemiológica (26/7 a 1/8/2020) de 2020 apresentando somente um município sem casos de COVID-19 no estado da Paraíba. Dos 222 municípios com registros de casos, 23 (10,31%) possuíam RIE entre 1,0 e 1,5, ou seja, superior à incidência global, porém menor que 50% da incidência global e 15 (6,72%) municípios com RIE de 2,0 ou mais vezes o valor do estado. A RIE variou entre 0 a 2,86, sendo Guarabira, município localizado ao leste do estado com o maior registro da medida epidemiológica (Figura 7a). Enquanto a estatística Scan com 0,1% da população sob risco identificou aglomerados, principalmente ao norte do estado, cenário não visto nas análises anteriores, além de aglomerados isolados ao oeste do estado (Figura 7b).

Figura 7 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 31ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,1% na 31ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.



a) RIE 31ª semana epidemiológica

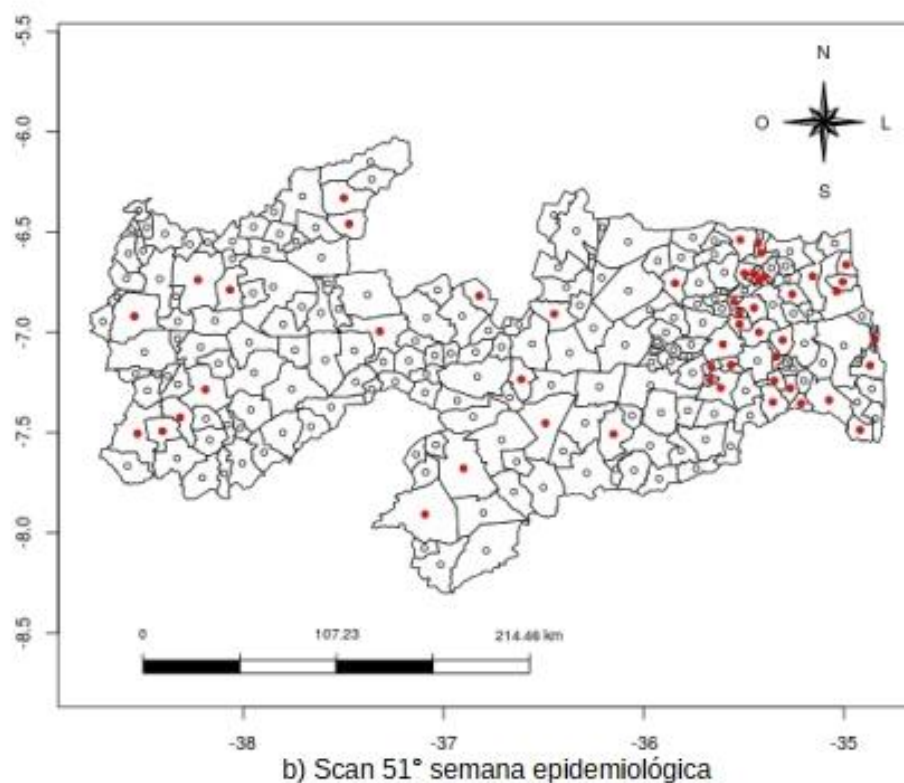
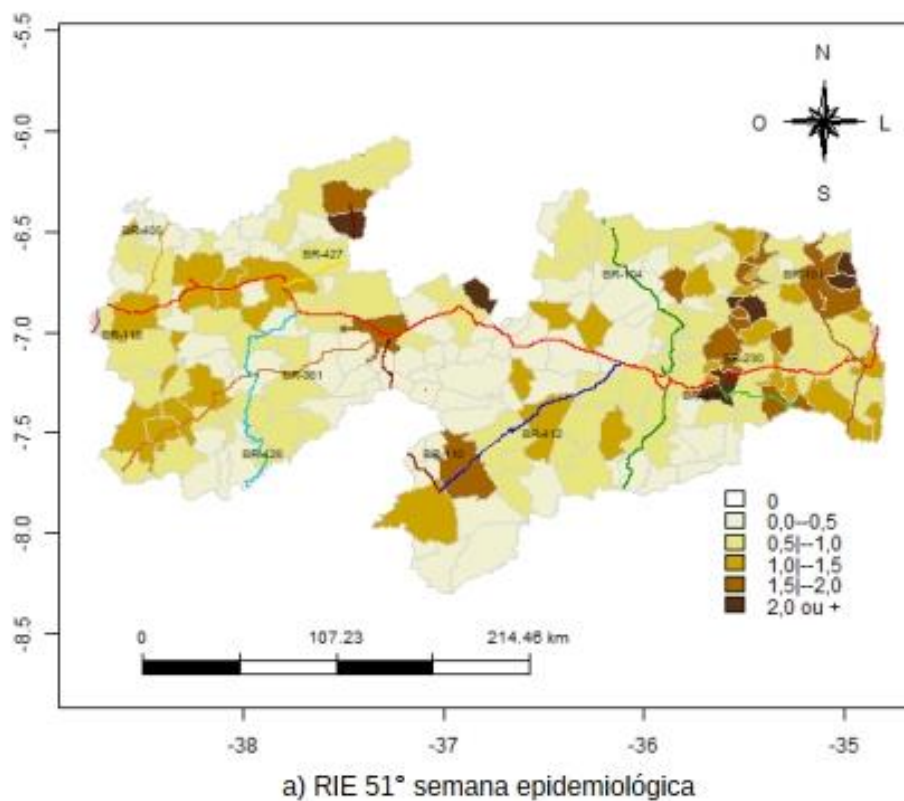


b) Scan 31ª semana epidemiológica

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

O quarto e último momento do monitoramento da COVID-19 no estado da Paraíba foi representado pela 51ª semana epidemiológica (13/12 a 19/12/2020) de 2020, de modo que, 35 (15,69%) municípios possuíam RIE entre 1,0 e 1,5, ou seja, superior à incidência global, porém menor que 50% da incidência global e 7 (3,13%) municípios com RIE de 2,0 ou mais vezes o valor do estado. Assim, a RIE variou de 0,12 a 2,62, sendo São Bento, localizado ao oeste do estado, o município com maior registro. A estatística Scan utilizada com 0,1% identificou aglomerados ao oeste, principalmente, no sertão do estado paraibano com 3 aglomerados compostos: 1. Sousa e Aparecida; 2. Conceição, Ibiara, Diamante e Itaporanga; 3. São Bento e Brejo do Cruz.

Figura 8 - a) Razão de Incidências Espacial da COVID-19 na 51ª semana epidemiológica no estado da Paraíba; b) Estatística Scan da COVID-19 com 0,1% na 51ª semana epidemiológica no estado da Paraíba.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

5.3 ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL

A análise espaço-temporal dos casos e óbitos por COVID-19 da 12ª semana epidemiológica de 2020 até a 53ª semana epidemiológica de 2020 permitiu identificar a difusão espaço-temporal da doença no estado da Paraíba. Um mapa foi gerado como resultado, ressaltando-se que a presente pesquisa utilizou o modelo de Poisson, com a análise do tipo retrospectiva, o que permitiu identificar aglomerados que ocorreram no passado simultaneamente no espaço e no tempo.

Os percentuais da população sob risco 0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,7%, 0,9%, 1,2%, 1,4% e 1,6% foram utilizados com o intuito de saber qual seria o resultado mais viável. O percentual mais adequado ao estudo foi 1,6% da população e em seguida os resultados da estatística Scan espaço-temporal foram analisados utilizando como referência os mapas da RIE e da Scan espacial. Resultados acima de 1,6% geraram resultados com elevado número de aglomerados falso-positivos. Ressalta-se que, inicialmente, uma busca é realizada dentro dos resultados com os percentuais e, em seguida, faz-se uma busca mais refinada para o resultado final.

Observou-se no mapa gerado pela estatística Scan espaço-temporal para o estado da Paraíba que os aglomerados estavam concentrados por todo o estado. Os maiores aglomerados foram detectados ao oeste do estado, constituído por Ibiara, Santana de Mangueira, Diamante e Itaporanga, e ao leste do estado, formado por Baía da Traição, Mamanguape, Marcação e Rio Tinto. A persistência máxima dos aglomerados significativos desde seu surgimento até o final do período de estudo foi de 20 semanas e a menor persistência foi de 5 semanas epidemiológicas (Figura 9). Com o intuito de facilitar a compreensão da legenda do mapa, as semanas epidemiológicas foram codificadas e demonstradas no quadro a seguir:

Quadro 1 - Resultados da estatística Scan espaço-temporal e suas respectivas interpretações.

(Continua)

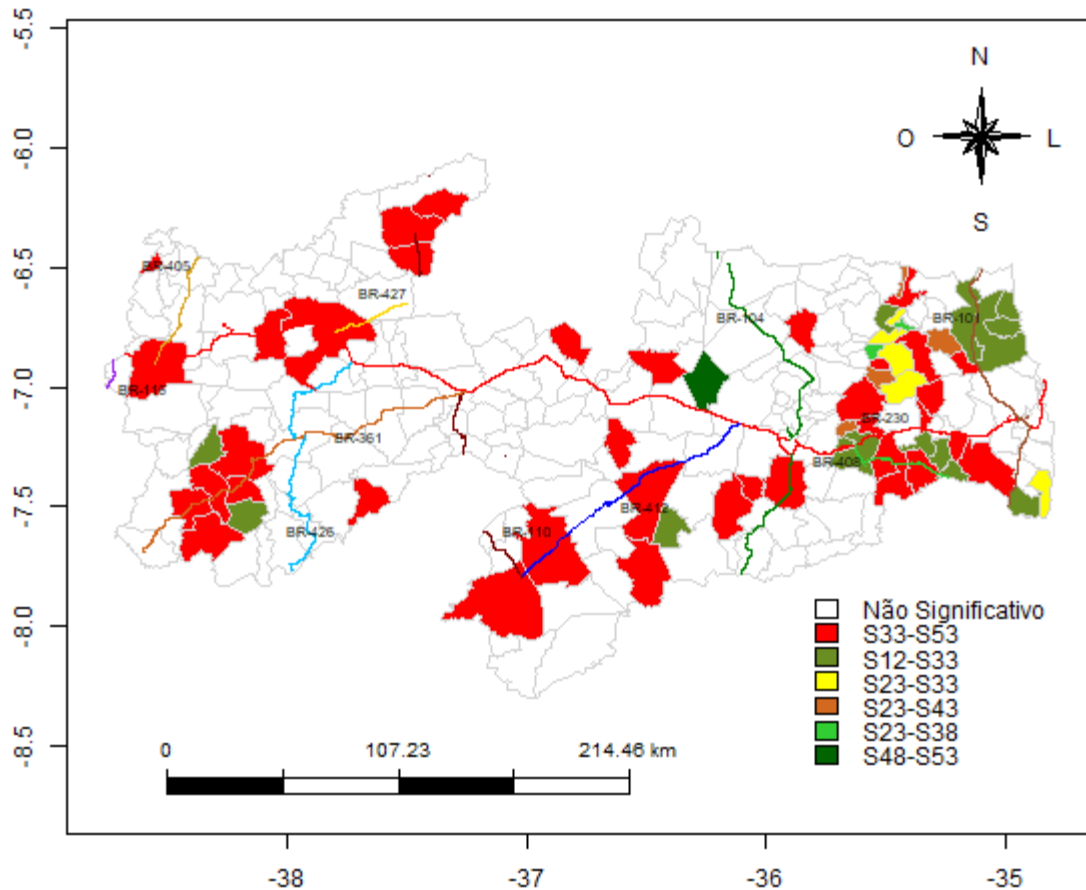
Resultado	Interpretação
Não significativo	Não há probabilidade ao nível de significância 5% de haver aglomerado espaço-temporal no município
S33-S53	33ª semana epidemiológica a 53ª semana epidemiológica

Quadro 1 - Resultados da estatística Scan espaço-temporal e suas respectivas interpretações.
(Conclusão)

Resultado	Interpretação
S12-S33	12 ^a semana epidemiológica a 33 ^a semana epidemiológica
S23-S33	23 ^a semana epidemiológica a 33 ^a semana epidemiológica
S23-S43	23 ^a semana epidemiológica a 43 ^a semana epidemiológica
S23-S38	23 ^a semana epidemiológica a 38 ^a semana epidemiológica
S48-S53	48 ^a semana epidemiológica a 53 ^a semana epidemiológica

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 9 - Mapa Scan espaço-temporal para o quantitativo usando 1,6% da população de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba, da 12^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

As informações pertinentes a cada aglomerado, a saber: Tempo de persistência, período, Risco Relativo (RR), significância e municípios presentes em cada aglomerado espaço-temporal significativo podem ser visualizadas na Tabela 4. Destaca-se que o aglomerado formado pelo município de Cuitegi apresentou o maior RR 11,62 (33^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020), seguido pelo aglomerado de São José do Sabugi com RR 10,54, com a mesma persistência espaço-temporal do aglomerado supracitado.

Tabela 4 - Aglomerados espaço-temporais significativos para o número de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020.

(Continua)

Período	Municípios	Persistência (semanas)	Nº de Casos casos	Casos esperados	RR	P-valor
S33-S53	Água Branca,	20	398	222	1,79	<10 ⁻¹⁷
	Alagoa Grande,	20	1.541	805	1,92	<10 ⁻¹⁷
	Juarez Távora					
	Aparecida, Pombal	20	1.693	1.018	1,67	<10 ⁻¹⁷
	Bernardino Batista	20	152	83	1,82	1,1x10 ⁻⁸
	Boqueirão, Caturité	20	684	516	1,32	1,5x10 ⁻⁹
	Brejo do Cruz, São Bento, São José do Brejo do Cruz,	20	3.054	1.191	2,59	<10 ⁻¹⁷

Tabela 4 – Aglomerados espaço-temporais significativos para o número de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020.

(Continuação)

Período	Municípios	Persistência (semanas)	Nº de casos	Casos esperados	RR	P-valor
S33-S53	Água Branca,	20	398	222	1,79	$<10^{-17}$
	Alagoa Grande, Juarez Távora	20	1.541	805	1,92	$<10^{-17}$
	Aparecida, Pombal	20	1.693	1.018	1,67	$<10^{-17}$
	Bernardino Batista	20	152	83	1,82	$1,1 \times 10^{-8}$
	Boqueirão, Caturité	20	684	516	1,32	$1,5 \times 10^{-9}$
	Brejo do Cruz, São Bento, São José do Brejo do Cruz,	20	3.054	1.191	2,59	$<10^{-17}$
	Caçara	20	537	160	3,35	$<10^{-17}$
	Cajazeiras	20	2.149	1.409	1,53	$<10^{-17}$
	Caldas Brandão, Mari,	20	1.892	628	3,03	$<10^{-17}$
	Casserengue	20	1.075	171	6,30	$<10^{-17}$
	Cuitegi	20	1.702	147	11,62	$<10^{-17}$

Tabela 4 – Aglomerados espaço-temporais significativos para o número de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020.

(Continuação)

Período	Municípios	Persistência (semanas)	Nº de Casos casos	Casos esperados	RR	P-valor
	Diamante, Ibiara, Boa Ventura, São José de Caiana, Curral Velho, Itaporanga, Santana de Mangueira	20	2.530	1.267	2,01	$<10^{-17}$
	Salgado de São Félix, Mogeirol, Itabaiana, Itatuba	20	3.012	1.322	2,30	$<10^{-17}$
	Monteiro	20	1.205	776	1,56	$<10^{-17}$
	Pedras de Fogo	20	1.553	637	2,45	$<10^{-17}$
	Santo André	20	135	56	2,38	$7,8 \times 10^{-16}$
	Caraúbas, São João do Cariri, Sumé	20	2.061	1.107	1,87	$<10^{-17}$

Tabela 4 – Aglomerados espaço-temporais significativos para o número de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020.

(Continuação)

Período	Municípios	Persistência (semanas)	Nº de Casos casos	Casos esperados	RR	P-valor
S12-S33	São José do Sabugi	20	973	92	10,54	$<10^{-17}$
	Queimadas	20	2.098	1.055	2,00	$<10^{-17}$
	Capim	20	488	181	2,70	$<10^{-17}$
	Araçagi	20	643	370	1,74	$<10^{-17}$
	Pilar, São Miguel de Taipu, São José dos Ramos, Juripiranga	20	1.093	828	1,32	$8,9 \times 10^{-16}$
	Marcação, Rio Tinto, Baía da Traição	20	1.700	442	3,87	$<10^{-17}$
	Belém	20	905	379	2,39	$<10^{-17}$
	Caaporã	20	911	507	1,80	$<10^{-17}$
	Ingá, Riachão Bacamarte	20	1.290	530	2,44	$<10^{-17}$

Tabela 4 – Aglomerados espaço-temporais significativos para o número de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12^a semana epidemiológica a 53^a semana epidemiológica de 2020.

(Conclusão)

Período	Municípios	Persistência (semanas)	Nº de casos	Casos esperados	RR	P-valor
S23-S33	Serra da Raiz, Sertãozinho, Duas Estradas, Lagoa de Dentro, Pirpirituba	10	1.842	611	3,03	$<10^{-17}$
	Pitimbu	10	1.083	488	2,22	$<10^{-17}$
	Guarabira	10	3.052	671	4,60	$<10^{-17}$
S23-S43	Alagoinha, Mulungu	20	3.648	1.065	3,47	$<10^{-17}$
S23-S38	Piloezinhos	15	735	379	3,07	$<10^{-17}$
S48-S53	Olivedos	5	56	23	2,41	$1,5 \times 10^{-4}$

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

5.4 LÓGICA FUZZY

Desta forma, os resultados supracitados dos casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba serviram de entrada para o sistema *Fuzzy* baseado em regras, caracterizando assim, a última etapa do SDSS. Para sua aplicação, foram utilizadas as variáveis linguísticas de entrada: RIE, Scan espacial, Scan espaço-temporal retrospectivo, tempo do aglomerado espaço-temporal, persistência do aglomerado espaço-temporal e correlação de Spearman. O grau de prioridade dos municípios foi a variável linguística de saída para a gestão do combate à COVID-19.

Quadro 2 - Variáveis linguísticas, termos linguísticos e domínio utilizado no sistema *Fuzzy* baseado em regras para os casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba.

(Continua)

Variável linguística de entrada	Explicação da variável linguística	Termos linguísticos	Suporte
Razão de Incidências Espacial	Município com sua respectiva RIE	Muito alta	[1,99; 2,53]
		Alta	[1,49; 2,08]
		Média	[0,99; 1,58]
		Baixa	[0,49; 1,08]
		Muito baixa	[-1; 0,58]
Scan espacial	Município com detecção ou ausência de aglomerado espacial	Com Scan	[0,95; 1,05]
		Sem Scan	[-0,05; 0,05]
Scan espaço-temporal	Município com detecção ou ausência de aglomerado espaço-temporal	Com Scan	[0,95; 1,05]
		Sem Scan	[-0,05; 0,05]
Tempo do aglomerado espaço-temporal	Período (semana) em que o município apresentou aglomerado espaço-temporal	Muito recente	[32,5; 54]
		Recente	[22; 42]
		Não recente	[2; 22,5]

Quadro 2 – Variáveis linguísticas, termos linguísticos e domínio utilizado no sistema *Fuzzy* baseado em regras para os casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba.

(Conclusão)

Variável linguística de entrada	Explicação da variável linguística	Termos linguísticos	Suporte
Persistência do aglomerado espaço-temporal	Tempo de persistência em que o município foi um aglomerado espaço-temporal significativo	Sem persistência	[-0,9965; 0,8896]
		1 semana	[0,106; 1,892]
		2 semanas	[1,115; 2,91]
		3 semanas	[2,11; 3,85]
		4 semanas	[3,11; 4,92]
		5 semanas	[4,115; 5,91]
Coefficiente de correlação de Spearman	Grau de correlação da RIE durante o período de estudo para cada município	Alta positiva	[0,658; 1,5]
		Moderada positiva	[0,185; 0,812]
		Fraca	[-0,331; 0,35]
		Moderada negativa	[-0,803; -0,183]
Variável linguística de saída Níveis de prioridade dos municípios	Identificação dos níveis de prioridade para intervenção dos municípios	Prioritário	[0,721; 1,3]
		Tendência a prioritário	[0,397; 0,9233]
		Tendência a não prioritário	[0,07855; 0,602]
		Não prioritário	[-0,3; 0,2855]

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

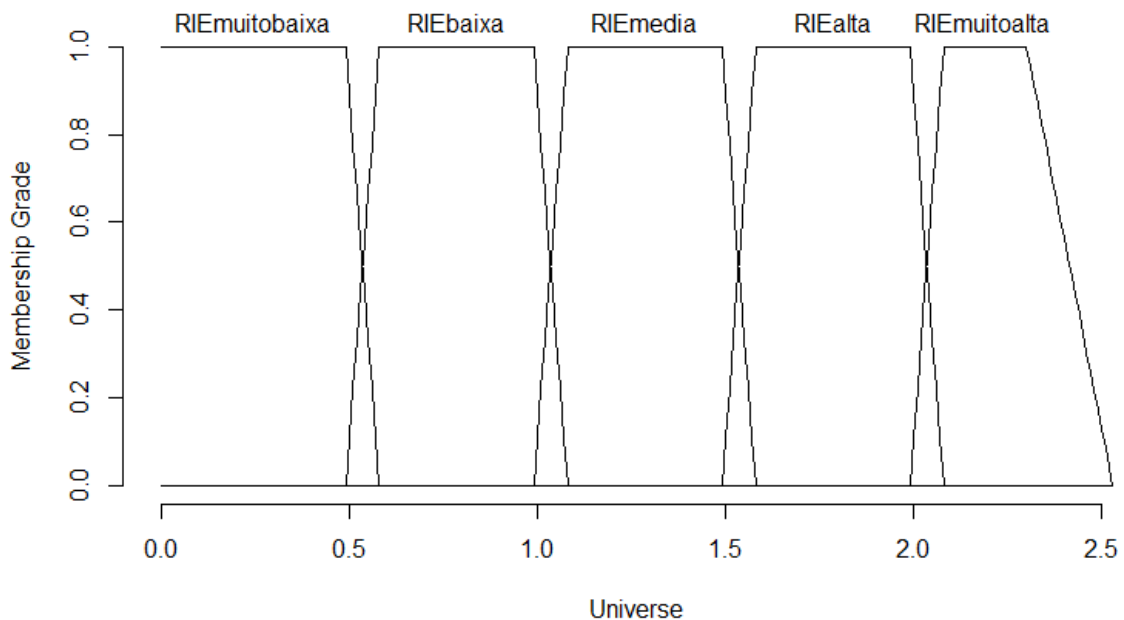
As funções de pertinência utilizadas para as variáveis de entrada e saída *Fuzzy* foram triangular e trapezoidal. Ressaltando-se que, estes modelos foram escolhidos de acordo com as ferramentas da estatística descritiva dos dados analisados, como por exemplo, os histogramas.

Pode-se visualizar na Figura 10, a primeira variável de entrada *Fuzzy* “Razão de Incidências Espacial”, suas funções de pertinência são do tipo trapezoidal; para a segunda variável *Fuzzy* “Scan espacial”, as funções de pertinência são do tipo triangular (Figura 11); para a terceira variável *Fuzzy* “Scan espaço-temporal”, definiu-se as funções de pertinência do tipo triangular e pode ser visualizada na Figura 12, ressaltando-se que essas duas últimas variáveis possuíram uma base triangular reduzida durante as análises no *software* R, uma vez que, por definição, não é permitido que um triângulo possua base zero.

Para a quarta variável *Fuzzy* “Tempo do aglomerado espaço-temporal”, as funções de pertinência são do tipo trapezoidal (Figura 13); a quinta variável *Fuzzy* “Persistência do aglomerado espaço-temporal”, também possui funções de pertinência do tipo triangular (Figura 14); enquanto a sexta variável *Fuzzy* “Coeficiente de correlação de Spearman” apresentou funções de pertinência do tipo trapezoidal (Figura 15).

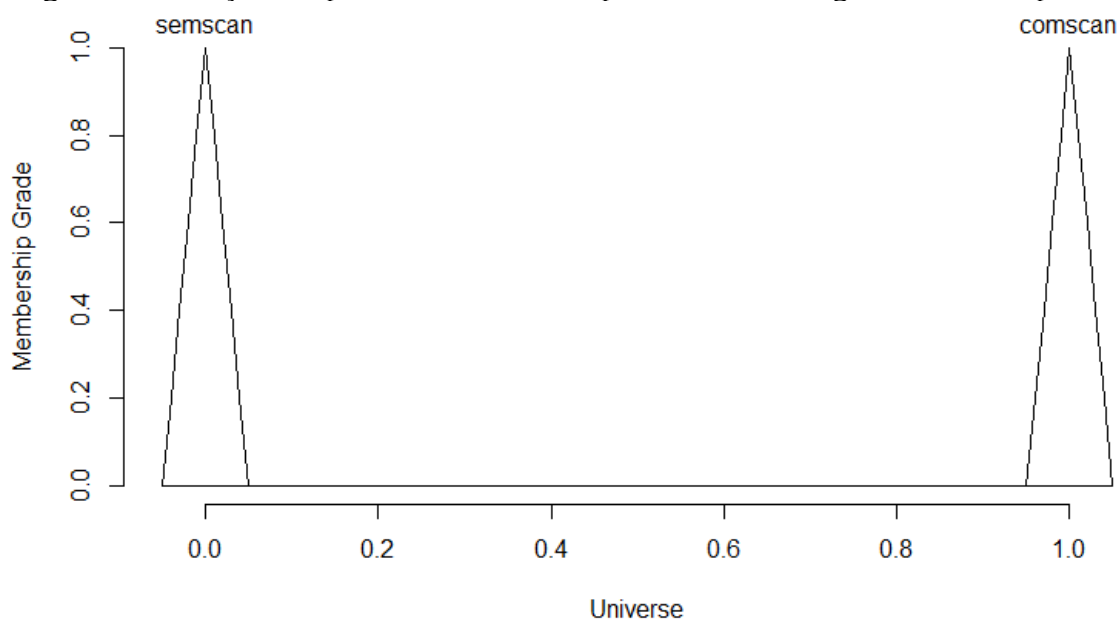
Para a variável de saída “Município”, definiram-se os termos linguísticos: “Prioritário”, “TendênciaPrioritário”, “TendênciaNãoPrioritário” e “Nãoprioritário”, de acordo com a Figura 16. As funções de pertinência são do tipo trapezoidal.

Figura 10 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Razão de Incidências Espacial.



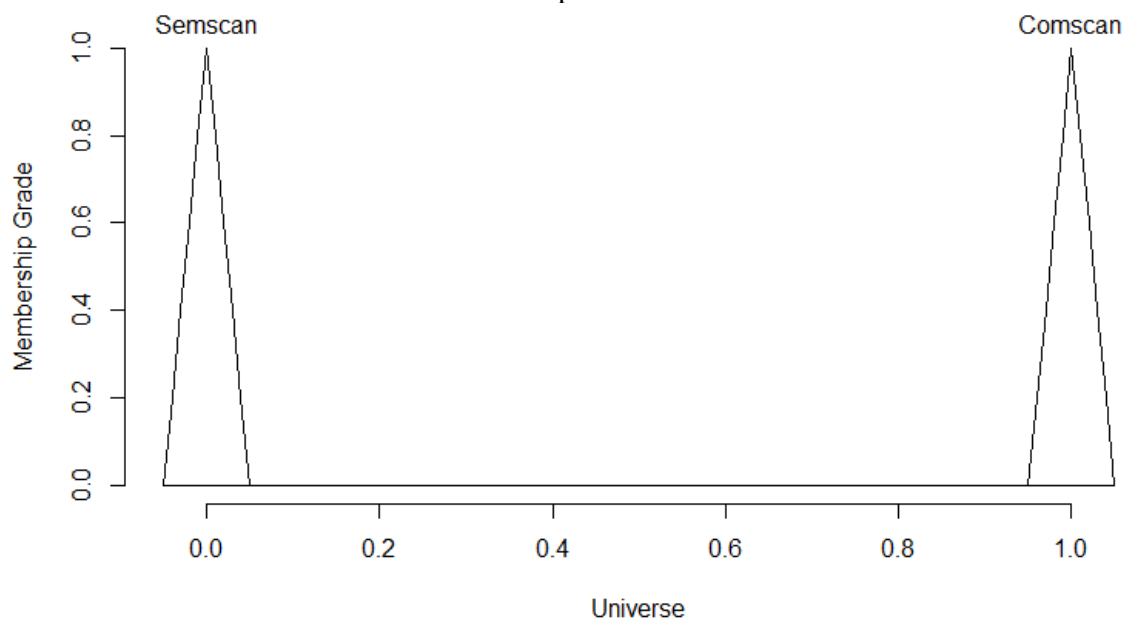
Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 11 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Scan espacial.



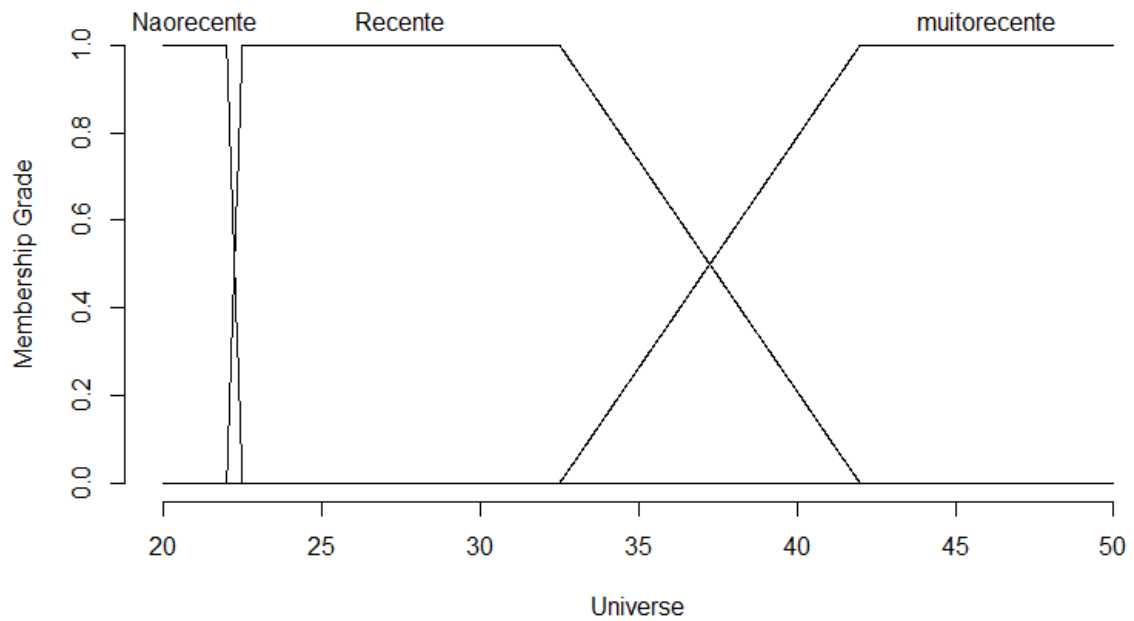
Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 12 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Scan espaço-temporal.



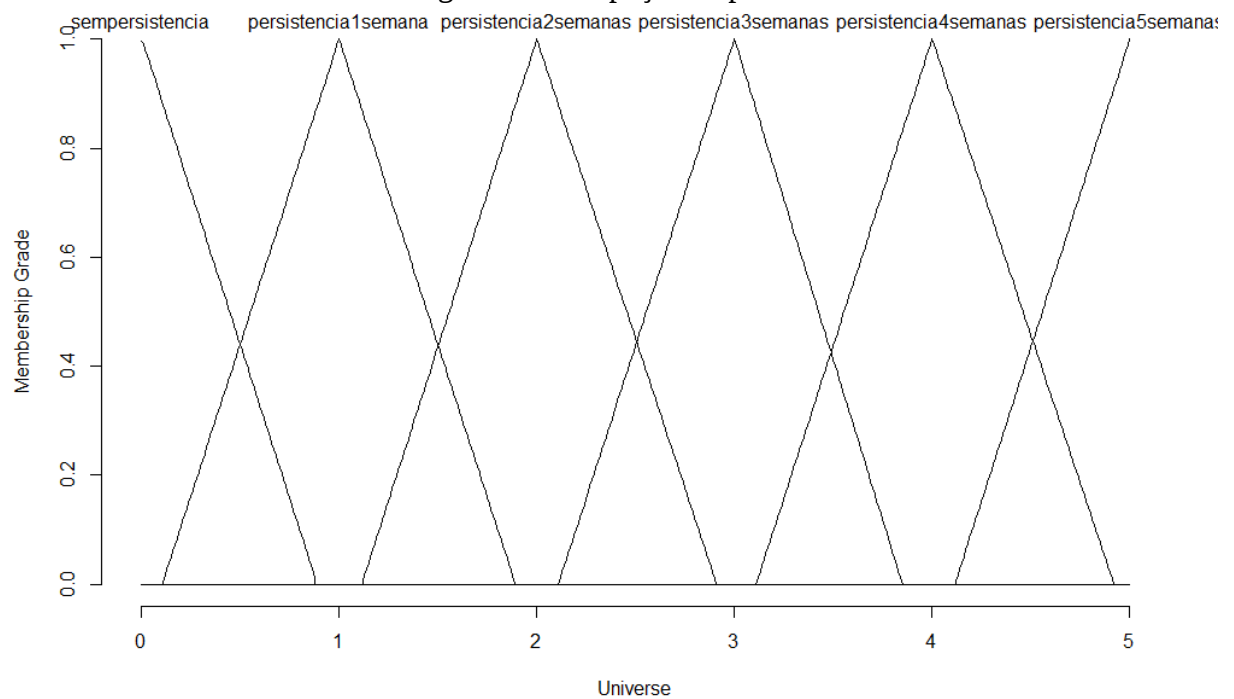
Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 13 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Tempo do aglomerado espaço-temporal.



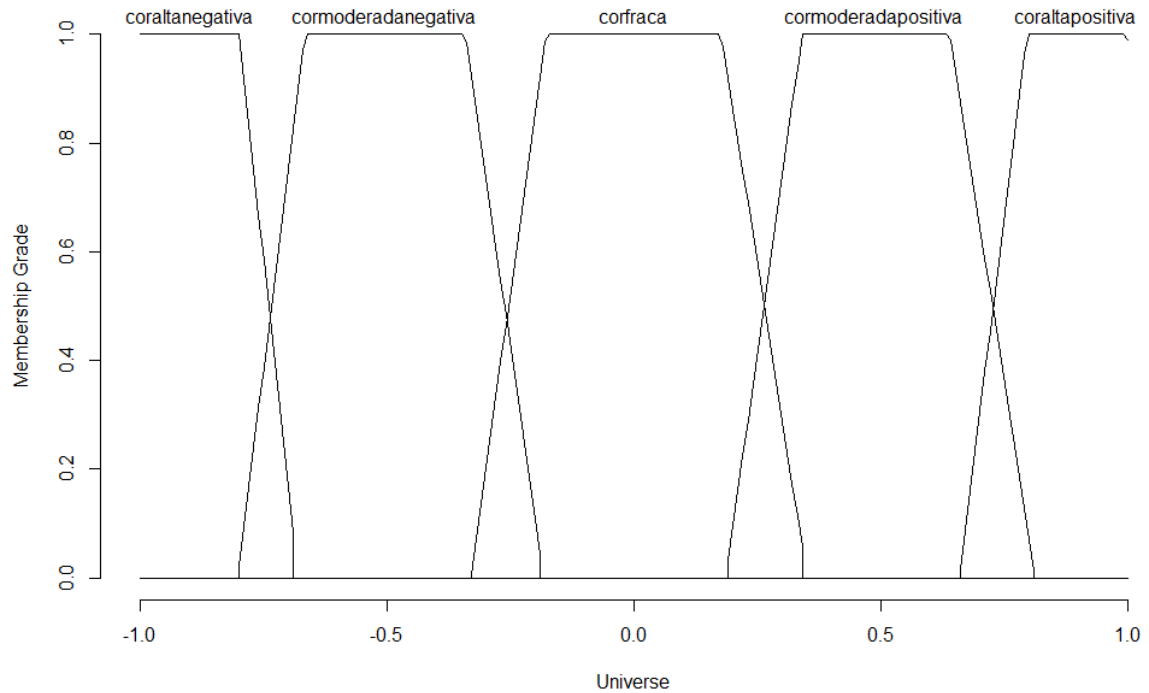
Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 14 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Persistência do aglomerado espaço-temporal.



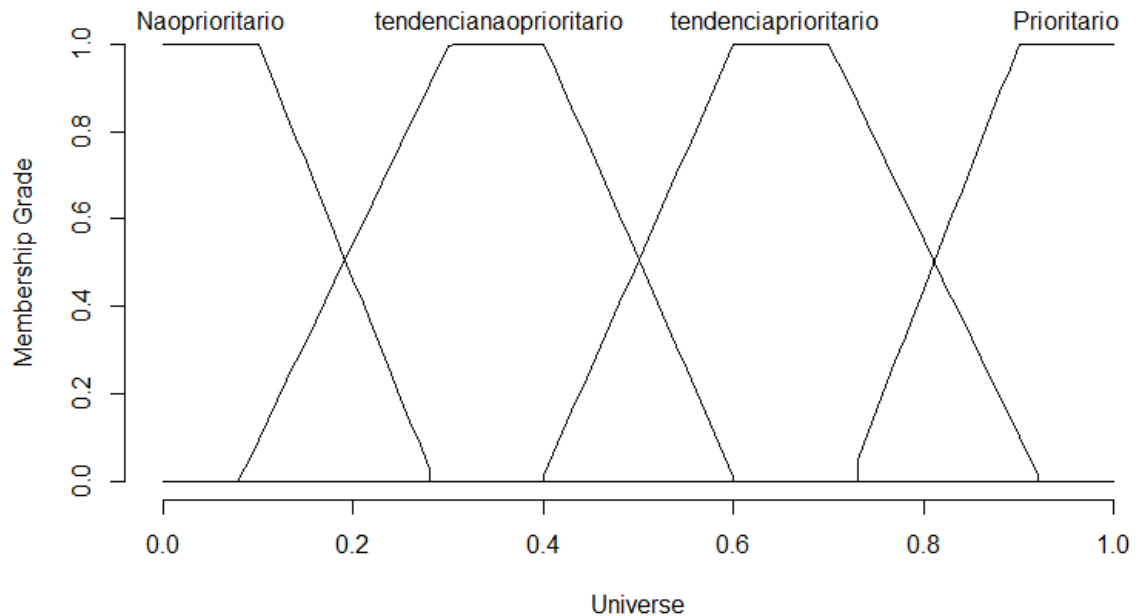
Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 15 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística Coeficiente de correlação de Spearman.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Figura 16 - Funções de pertinência definidas para a variável linguística de saída Município.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Foi confeccionado um banco de regras *Fuzzy* através das seis (6) variáveis linguísticas de entrada e uma (1) variável linguística de saída. Dessa forma, foram elaboradas 332 regras

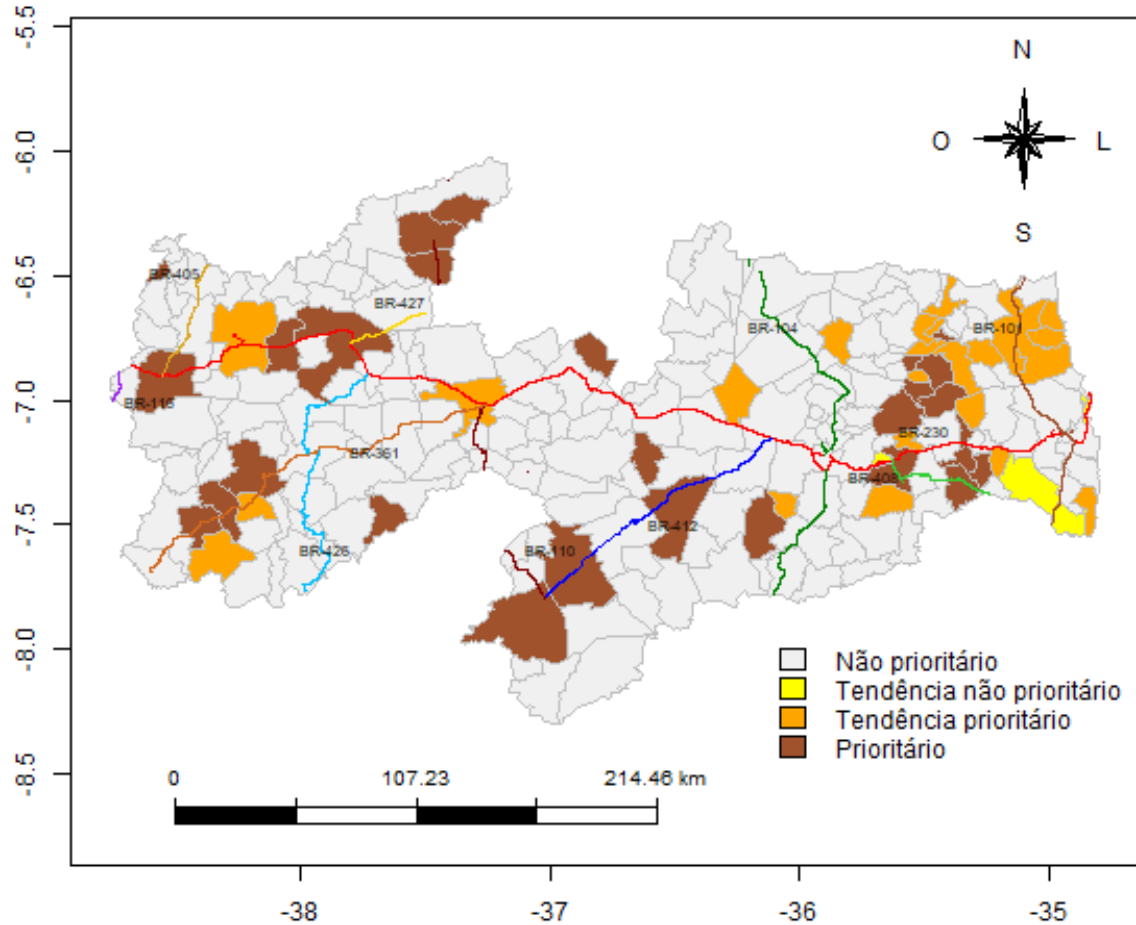
extraídas da estatística descritiva de cada variável de entrada e de saída *Fuzzy*, que podem ser utilizadas em outros estados do território brasileiro com as devidas adaptações (APÊNDICE A). Exemplos de regras criadas para o modelo são dados a seguir:

- SE (RIEtotal é RIEalta) E (Scanespacialtotal é comscan) E (scanespacotemporaltotal é Comscan) E (tempoconglomeradototal é muitorecente) E (persistenciaconglomeradototal é persistencia5semanas) E (correlacaototal é coraltapositiva) ENTÃO (Município é Prioritario)
- SE (RIEtotal é RIEbaixa) E (Scanespacialtotal é semscan) E (scanespacotemporaltotal é Comscan) E (tempoconglomeradototal é muitorecente) E (persistenciaconglomeradototal é persistencia5semanas) E (correlacaototal é coraltanegativa) ENTÃO (Município é Naoprioritario)
- SE (RIEtotal é RIEmuitobaixa) E (Scanespacialtotal é semscan) E (scanespacotemporaltotal é Comscan) E (tempoconglomeradototal é muitorecente) E (persistenciaconglomeradototal é persistencia5semanas) E (correlacaototal é coraltapositiva) ENTÃO (Município é Naoprioritario)

Aplicou-se o SBRF na 2ª semana epidemiológica (10/1 a 16/1/2021) de 2021. Foram detectados municípios prioritários dispersos por todo o estado da Paraíba, por exemplo, Água Branca, Guarabira e Baía da Traição ao leste do estado; Sumé e Monteiro ao sul; São José do Sabugi ao norte; Cajazeiras, Itaporanga e Diamante ao oeste. No total, 28 (12,55%) municípios foram identificados como prioritários, 23 (10,31%) foram detectados com tendência a prioritário, 4 (1,79%) municípios com tendência a não prioritário e 168 (75,33%) municípios não prioritários para o combate a COVID-19 (Tabela 7).

Com o intuito de facilitar a visualização dos resultados do SBRF, o mapa de decisão será apresentado a seguir, permitindo a compreensão dos resultados da última etapa do SDSS (Figura 17).

Figura 17 - Mapa de decisão final resultante do Sistema de Suporte a Decisão Espacial baseado na lógica *Fuzzy* para os casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba, Brasil.



Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

Tabela 5 - Frequência e porcentagem do número de municípios de acordo com seus níveis de prioridade para o combate à COVID-19 no estado da Paraíba.

Municípios	Frequência	Porcentagem
Prioritário	28	12,55
Tendência a prioritário	23	10,32
Tendência a não prioritário	4	1,80
Não prioritário	168	75,33
Total	223	100

Fonte: Elaboração pelo próprio autor (2021).

6 DISCUSSÃO

A COVID-19 é uma doença viral de rápida e fácil transmissão, seja diretamente de pessoa para pessoa ou indiretamente através do contato com superfícies e objetos contaminados, aspectos que a fazem ter crescimento diário significativo em todas as regiões do mundo. Há maior quantitativo de casos em adultos e maior letalidade em pessoas idosas, o que pode ser explicado pela alta afinidade do vírus as células pulmonares e ao estado atual de saúde do hospedeiro. O idoso possui diversos fatores de risco se comparado a outras populações, como a própria imunossenescência, ou seja, o processo natural de envelhecimento que afeta as funções orgânicas e suas respostas ao meio ambiente (HAMMERSEHMIDT; SANTANA, 2020).

Em relação ao número de casos e óbitos por faixa etária, foi identificado, na presente pesquisa, que pessoas de 30 a 39 anos foram as mais acometidas pela COVID-19 no estado da Paraíba. Achados esses, que corroboram com estudo (CAVALCANTE; ABREU, 2020) realizado no Rio de Janeiro, Brasil, cuja faixa etária menor que 50 anos foi a mais acometida pela doença e como possíveis causas para os achados, destacou-se a vida ativa no mercado de trabalho, utilizar transporte público com frequência, deficiência no acesso ao saneamento básico, além da dificuldade em manter o isolamento social sem prejuízo na renda mensal do trabalhador. De acordo com o MS (BRASIL, 2020b), na ausência de um tratamento específico a melhor forma de prevenção é a não exposição ao vírus.

A pandemia no Brasil passa por um processo de migração de casos letais em idades mais avançadas para indivíduos mais jovens, o que está relacionado com o aumento de pessoas jovens na pirâmide etária (IBGE, 2008) e baixos índices de isolamento social, além de caracterizar uma segunda onda da COVID-19 com maior quantitativo de internações e óbitos se comparada com a primeira onda. A Paraíba possuiu maior índice de isolamento no início da pandemia, na 13ª semana epidemiológica (22/3 a 28/3 de 2020) de 2020 com 62,2%. Por outro lado, o menor registro ocorreu na 35ª semana epidemiológica (23/8 a 29/8 de 2020) de 2020 com 33,1% (PARAÍBA, 2020c); até a última semana epidemiológica de 2020 o índice era cerca de 45,5%. Ressalta-se que representantes de órgãos mundiais como a OMS recomendam um índice de isolamento ideal acima de 70%.

A presença de casos cada vez mais frequentes, na faixa etária de 30 a 39 anos, também está relacionada às mudanças genéticas do SARS-CoV-2. Pesquisas realizadas pelo mundo (MUNNINK *et al.* 2021; LAURING; HODCROFT, 2021) vêm analisando o genoma viral e características da epidemiologia genômica com descobertas acerca da morfologia RNA,

mutações, cepas e variantes como a Spike N453, foi identificada na Holanda e Dinamarca em meados de novembro de 2020; as linhagens B.1.1.7 e N501Y espalharam-se rapidamente pelo Reino Unido, fazendo com que os governantes tomassem decisões mais rígidas, como *lockdown* parcial e total no país.

Quanto à variável sexo, pessoas do sexo feminino foram as mais afetadas pela COVID-19 no estado da Paraíba, acometidas cerca de 11% a mais do que os homens. Ressalta-se que a população entre 30 e 39 anos no estado da Paraíba é composta, em sua maioria, por pessoas do sexo feminino com 288,576 pessoas e 269,436 do sexo masculino (IBGE, 2012). A realidade da pandemia expressa a escassez de pesquisas acerca da saúde da mulher diante da pandemia por COVID-19, evidenciando que esse público foi o mais afetado pelas consequências secundárias da doença, como problemas mentais e doenças crônicas não transmissíveis (WENHAM *et al.*, 2020).

Com o passar das décadas, as mulheres adquiriram maior espaço na sociedade civil, iniciativa privada e instituições governamentais. Ao que tange a pandemia, cerca de 70% das equipes que formam a linha de frente contra a COVID-19 no mundo são compostas por mulheres e 90% desse público compõe a linha de frente na cidade de Wuhan, China, primeiro epicentro da doença (WENHAM *et al.*, 2020), o que confere maior exposição à doença por esse público. Além disso, as mulheres compõem a maior parcela da população brasileira (50,77%) e principais usuárias do Sistema Único de Saúde (SUS), frequentando-o para o seu autoatendimento ou acompanhando familiares, vizinhos e amigos (BRASIL, 2004f).

Assim, o que deve ser feito para que haja mitigação dos prejuízos à saúde da mulher pela COVID-19 percorre as lacunas socio-político-econômicas do Brasil e estado da Paraíba, como por exemplo, boa comunicação entre Governo, comunidade e órgãos de direitos das mulheres e/ou planejamento e execução de políticas públicas específicas da saúde da mulher (MALIK; NAEEM, 2020).

A raça parda foi a mais acometida pela COVID-19 no estado da Paraíba entre a 12^a semana epidemiológica (15 a 21 de março) de 2020 e 53^a semana epidemiológica (27 de dezembro, de 2020 a 02 de janeiro, de 2021). Entre 2012 a 2019, a população parda no país aumentou cerca de 4,1%, representando a maior parcela da população residente, de modo que, na região nordeste, esse percentual é maior, com 62,5% de pessoas pardas residentes em 2019 (PNAD, 2019). Os achados corroboram com estudos realizados nos Estados Unidos (MORROW-HOWELL; GALUCIA; SWINFORD, 2020; EVELYN, 2020) sobre a prevalência e mortalidade na população, evidenciando-se que mais de 70% dos casos e óbitos por COVID-19 ocorreram em pessoas pardas e negras.

A raça parda e/ou negra sempre possuiu íntima relação com o constructo social e processo histórico estrutural (ALMEIDA, 2018) e, quando associado à pandemia por COVID-19, ocorre uma maior exposição das desigualdades impregnadas na sociedade atual que derivaram dos processos históricos passados. Por exemplo, condições de moradia precária e informalidade no trabalho favorecem uma maior vulnerabilidade dessas pessoas (SANTOS *et al.*, 2020).

Em relação aos casos e óbitos novos por COVID-19 no estado da Paraíba, viu-se que o pico de casos novos notificados ocorreu em torno da 31ª semana epidemiológica (26 de julho a 01 de agosto) de 2020. Vale ressaltar nos registros de casos e óbitos há baixa notificação durante os fins de semana, o que consequentemente resulta em uma concentração de registros durante os dias úteis da semana.

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), a Paraíba é o 2º estado do nordeste que mais realizou testes diagnósticos para COVID-19 na população, ou seja, cerca de 12,1% da população foi testada, ficando atrás apenas do Sergipe que testou 13,4% de sua população (PNAD, 2020). Ressalta-se que os testes para identificação da COVID-19 não são exclusivamente diagnósticos, mas auxiliam na triagem de pacientes que tiveram exposição ao vírus. Essa exposição, recente ou tardia, pode ser identificada pelos anticorpos IgM e IgG, respectivamente, encontrados nos testes rápidos sorológicos. As infecções recentes por SARS-CoV-2 podem ser detectadas pelo teste RT-PCR, considerado padrão ouro para a decisão clínica em pacientes com suspeita de COVID-19 (BRASIL, 2020b).

No estado da Paraíba, os municípios que mais realizaram testes rápidos para COVID-19 até a última semana epidemiológica de 2020 foram João Pessoa, que utilizou 78.141 testes, Campina Grande com 35.492 testes, Patos com 19.647 testes, Santa Rita com 11.805 testes e Cajazeiras com 14.143 testes realizados. Em relação ao teste padrão ouro, o RT-PCR, de um total de 23.745 testes com resultado positivo para COVID-19 realizados no estado da Paraíba, 11.693 (49,24%) foram registrados na capital, João Pessoa, seguido por Campina Grande com 2.700 (11,37%), Santa Rita com 886 (3,73%), Cabedelo 845 (3,55%) e Sapé 568 (2,39%) (PARAÍBA, 2020b).

A testagem diagnóstica deve ser realizada em todos os sintomáticos suspeitos de COVID-19 com o objetivo da identificação do vírus e isolamento precoce dos infectados, além do rastreamento de contatos subdivididos em alto, médio e baixo risco (EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2020). Nesse sentido, o Brasil

possuiu diversas lacunas desde o planejamento até a execução das estratégias de prevenção individual e coletiva frente à pandemia.

A tendência de qualquer vírus é adaptar-se ao meio ambiente através da redução da letalidade e aumento de casos novos, ressaltando que esse processo depende, também, de fatores intrínsecos ao próprio hospedeiro (MEYEROWITZ *et al.*, 2020) e diferente de outras epidemias, a população como um todo é susceptível a pandemia por COVID-19, o que vem provocando momentos de instabilidade nos sistemas de saúde, devido a sua alta incidência e letalidade simultaneamente no tempo e no espaço.

O registro de casos acumulados ocorreu de maneira exponencial. Percebeu-se que da 12ª semana epidemiológica (15 a 21 de março) de 2020 até a 28ª semana epidemiológica (5 a 11 de julho, de 2020), os casos saltaram de 1 para 6.042, chegando a 167.615 na 53ª semana epidemiológica (27 de dezembro, de 2020 a 02 de janeiro, de 2021). (Figura 4a). O achatamento da curva de casos não foi possível, tanto ao nível nacional como ao nível estadual, o que parecia ser uma estabilidade transformou-se em um acelerado registro de casos ganhando forças com as eleições municipais e festas de fim de ano, configurando, de fato, um cenário de segunda onda em todo o Brasil.

O achatamento da curva se faz necessário, não pelo fato de não haver mais transmissão da doença, mas pelo tempo demandado aos serviços de saúde para que se preparem para a alta demanda de internações. Sem achatamento da curva, não há como os serviços se prepararem e tendem a entrar em colapso. Aglomerações foram observadas em estabelecimentos como restaurantes e bares em todo território nacional, é sabido que locais fechados e com pouca ventilação aumenta o risco de transmissão da COVID-19 (RAZAI *et al.*, 2020).

Além disso, os casos assintomáticos possuem importante papel na pandemia por COVID-19. Cerca de 80% dos casos de COVID-19 no Brasil são considerados assintomáticos, ou seja, não desenvolvem nenhum sintoma clínico, mas podem transmitir a doença pelas gotículas ao tossir, espirrar ou falar, a uma distância média de 1,5 metros. Portanto, o ideal é que todas as pessoas usem máscaras durante o dia a dia (ROTHER *et al.*, 2020; CHAN *et al.*, 2020). Ressaltando-se que atrasos nas notificações e acesso heterogêneo da população aos testes diagnósticos interferem no real cenário de transmissão do vírus no país (SOUZA *et al.*, 2020).

Entretanto, em meio aos diversos fatores que influenciam o aumento de casos e óbitos, as ações que possuam como base a ciência, a Rede de Atenção à Saúde (RAS) e medidas comprovadamente eficazes são deficientes tanto em âmbito estadual como em âmbito

nacional. Os governantes possuem o poder para conduzir a população aos melhores caminhos possíveis dentro de uma crise, mas para isso, se faz necessário clareza nas tomadas de decisões para a resolubilidade dos problemas da comunidade (LUCCHESI, 2004; HYLAND-WOOD; GARDNER; LEASK, 2021; GREER; KING; FONSECA, 2020).

As deficiências dessas medidas podem ser observadas, por exemplo, no desmonte dos hospitais de campanha em meados de julho e agosto, o que provocou falta de leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) em capitais como Rio de Janeiro e Manaus durante a primeira e segunda onda da COVID-19. Nesse contexto, cabe destacar que a ANVISA aprovou o uso emergencial da CoronaVac no Brasil, porém com doses insuficientes para a população geral à curto prazo. Portanto, se faz necessário o uso de medidas individuais e coletivas de prevenção (LEUNG; LAM; CHENG, 2020).

Na análise espacial dos casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba da 12ª semana epidemiológica (15 a 21 de março de 2020) a 53ª semana epidemiológica foi possível identificar a difusão espacial por municípios, que inicialmente afetou a região metropolitana de João Pessoa, localizada ao leste do estado (Figura 6), e disseminou-se para municípios ao norte do estado (Figura 7) e para o restante do estado (Figura 8).

-Grandes cidades para pequenas:

Os resultados corroboram pesquisa realizada no Brasil (PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020; GOMES *et al.*, 2020), onde identificou-se que os casos se iniciaram em municípios considerados de grande porte e, conseqüentemente, migraram para regiões que possuem menor poder socio-político-tecnológico, caracterizando o que foi denominado de interiorização. Esse processo de interiorização da COVID-19 começou a ocorrer em meados da 32ª semana epidemiológica (2/8 a 8/8/2020) no estado da Paraíba e permaneceu até a última semana do estudo.

Observou-se também que a disseminação espacial da COVID-19 ocorreu nas proximidades das principais rodovias do estado, especialmente na BR-230, o que favoreceu sua interiorização, pois a rodovia corta todo o estado como pode ser observado da Figura 5 a Figura 8. Além disso, a mobilidade da população desempenha um papel fundamental para o aumento do contágio, seja por voos comerciais, transportes aquáticos ou transportes interestaduais associados com a reabertura do comércio e relaxamento no uso de máscaras pela população (CANDIDO *et al.*, 2020).

Ademais, o estado da Paraíba se localiza na região nordeste, onde há carência de saneamento básico e medidas de higiene coletiva como coleta de lixo em parcela significativa das residências. Apenas 36,12% da população da Paraíba têm acesso a água e esgoto,

enquanto 43,50% dos municípios não possuem atendimento e coleta de resíduos sólidos, cenário que favorece não somente a disseminação da COVID-19 como também outras doenças transmissíveis (IBGE, 2020b; IBGE, 2020c).

O SDSS baseado na lógica *Fuzzy* pode ser compreendido como um importante arsenal de ferramentas metodológicas capazes de lidar eficientemente com as incertezas presentes no processo saúde-doença do indivíduo, família ou comunidade e pode auxiliar gestores, profissionais de saúde e comunidade acadêmica na tomada de decisão considerando os diferentes fatores de risco que influenciam no bem estar da população. Portanto, caracterizando-se, como uma ferramenta de vital importância para realização de estudos das áreas de epidemiologia e saúde pública.

Diversos estudos epidemiológicos evidenciam a utilização da teoria dos conjuntos *Fuzzy*, seja com o intuito de auxiliar problemas de saúde em curto prazo, como emergências clínicas ou atendimentos ambulatoriais ou em longo prazo, por meio de sistemas diagnósticos ou sistemas especialistas para doenças crônicas, por exemplo: a utilização de um SDSS baseado em regras *Fuzzy* para detecção de áreas prioritárias para os casos de dengue no estado da Paraíba (MELO; MORAES, 2018); uso de um modelo de decisão sobre o perfil demográfico para o controle da tuberculose por meio da lógica *Fuzzy* (SÁ; NOGUEIRA; MORAES, 2015); criação e aplicação de um sistema especialista *Fuzzy* para o apoio a decisão sobre o diagnóstico de Diabetes Mellitus (LEE; WANG, 2010).

A metodologia aplicada ao presente trabalho determinou os níveis de prioridade dos municípios por meio da agregação das análises: análise espacial, análise espaço-temporal, tempo do aglomerado espaço-temporal, persistência do aglomerado espaço-temporal e coeficiente de correlação de Spearman, que adentraram em um SBRF, gerando um mapa de decisão como resultado, que permite o direcionamento da tomada de decisão pelos gestores e profissionais de saúde para o controle da COVID-19 no estado da Paraíba.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, constatou-se que a COVID-19 distribuiu-se de municípios de grande e médio porte para municípios de pequeno porte. Sendo o maior número de casos e óbitos observados entre 30 a 39 anos de idade 39.889 (23,15%), do sexo feminino com 96.075 (55,77%) casos e raça/cor parda com 87.915 (51,03%) casos. No entanto, com o início da segunda onda, há número crescente de casos e óbitos em faixas etárias mais jovens.

Na análise espacial referente aos mapas da RIE e estatística Scan espacial, verificou-se que, os municípios com os maiores valores da RIE e com presença de aglomerados durante todo o período de estudo foram: Baía da Traição, Guarabira, Ingá, Marcação, São Bento e São José do Sabugi, sendo o maior valor desta medida epidemiológica registrado no município de São Bento, com 2,59, ao oeste do estado. Foram identificados grandes aglomerados formados ao leste e ao oeste do estado com persistência de no mínimo cinco (5) semanas e no máximo vinte (20) semanas epidemiológicas.

A utilização de um SDSS baseado na lógica *Fuzzy* mostrou-se viável, uma vez que, obteve-se êxito na identificação dos municípios de acordo com seus níveis de prioridade no estado da Paraíba. Ressalta-se que a aplicação do modelo baseado em lógica *Fuzzy* possui baixo custo, facilitando sua aplicação em diversas áreas. Assim, o pilar do presente estudo foi a tomada de decisão pautada, em princípio, na ciência, utilizando os dados presentes na atual literatura sobre a temática que cresce a cada dia.

Dessa forma, é possível a compreensão mais fidedigna do real cenário de pandemia no estado e suas raízes associadas a desigualdade social e problemas de gestão pública, o que pode auxiliar no melhor planejamento de estratégias ou campanhas públicas para a prevenção da COVID-19. Pode-se também através de capacitações, orientar profissionais de saúde para a adaptação ou desenvolvimento de políticas públicas de acordo com as necessidades de cada localidade para um efetivo combate às morbidades ocasionadas pela doença.

A metodologia aplicada pode ser utilizada em outros períodos de tempo e outras localidades, desde que, sejam realizadas adaptações no SDSS baseado na lógica *Fuzzy* de acordo com as particularidades do local, além do modelo utilizado fornecer resultados de fácil compreensão. Como uma limitação encontrada está a subnotificação de casos e óbitos oriundos dos dados secundários disponibilizados ao público.

Como possíveis trabalhos futuros sugere-se: a realização da análise espacial e espaço-temporal de outras variáveis, como por exemplo, as variáveis que podem ser obtidas da ficha de notificação de caso suspeito de COVID-19 disponibilizada em todo o território nacional. Além da utilização destas novas análises ao modelo baseado em lógica *Fuzzy* com o intuito de realizar a tomada de decisão possuindo como base múltiplas variáveis individuais e coletivas.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

SILVA, L. H *et al.* Detecção de aglomerados de casos e óbitos por COVID-19 no estado da Paraíba, Brasil. **Cad. Saúde Colet.**, 2021. No prelo 2021.

SILVA, L. H *et al.* Análise espacial das internações por doenças transmissíveis em um hospital pediátrico. In: LUNA, G. C. D. G.; LIMA, D. L.; LUNA, R. P. **Ensino baseado em projetos de Pesquisa e Extensão Interdisciplinar: A experiência da Escola Técnica de Saúde de Cajazeiras**. João Pessoa: Ative, 2021. cap. 14, p.174-186.

VÉRAS, G. C. B *et al.* Perfil epidemiológico e distribuição espacial dos casos de hanseníase na Paraíba. **Cad. Saúde Colet.**, 2021. No prelo 2021.

REFERÊNCIAS

ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**. 8ª Edição. Elsevier, 2015.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Malha digital das rodovias do estado da Paraíba**. João Pessoa: AESA, 2020. Available from: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>. Access in: 09 Jun 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Relatório: Bases técnicas para decisão do uso emergencial, em caráter experimental de vacinas contra a COVID-19**. Brasília, DF: ANVISA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/confira-materiais-da-reuniao-extraordinaria-da-dicol/relatorio-bases-tecnicas-para-decisao-do-uso-emergencial-final-4-1.pdf>. Acesso em: 09 Fev 2021.

ALMEIDA, M. A. P. A epidemia de cólera de 1853-1856 na imprensa portuguesa. **História, Ciências, Saúde**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, Out-dez, p. 1057-71, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hcsm/v18n4/06.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2020.

ALMEIDA, S. L. **O que é racismo estrutural?** Belo Horizonte (MG): Letramento, 2018.

APPEL, G. **Technical analysis**. Upper Saddle River: Person Education, 2005.

AVENDANO M, DERKACH P, SWAN S. Clinical course and management of SARS in health care workers in Toronto: a case series. **CMAJ**, v. 168, n. 13, p. 1649-60, 2003.

BOUADMA, L *et al*. Severe SARS-CoV-2 infections: practical considerations and management strategy for intensivists. **Intensive Care Med**, v. 46, p. 579-82, Feb. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05967-x>.

BOULOS, M.; GERAGHTY, E. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. **Int J Health Geogr**, v. 19, n. 8, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>.

BRASIL. **Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde: Abordagens espaciais na Saúde Pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006a.

_____. Ministério da Saúde. **Diretrizes para diagnóstico e tratamento da COVID-19**. Brasília, DF, 2020b. Disponível em: <https://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2020/May/08/Diretriz-Covid19-v4-07-05.20h05m.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

_____. Ministério da Saúde. **Painel Coronavírus**. Brasília, DF, 2020c. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância Epidemiológica**. Brasília, DF, 2007d. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/GuiaVigEpidnovo2.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2020.

_____. **Política nacional de atenção integral à saúde da mulher: princípios e diretrizes**. Brasília: DF: Ministério da Saúde, 2020f. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nac_atencao_mulher.pdf. Acesso em: 08 Fev 2021.

_____. **Portaria nº188, de 3 de fevereiro de 2020**. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020e. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-188-de-3-de-fevereiro-de-2020-241408388>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BURDZIEJ, J. A Web-based spatial decision support system for accessibility analysis-concepts and methods. **Applied Geomatics**, v. 4, p. 75–84, 2012. <https://doi.org/10.1007/s12518-011-0057-x>.

CAMACHO-COLLADOS, M.; LIBERATORE, F. A decision support system for predictive police patrolling. **Decision Support Systems**, v. 75, n. 7, p. 25-37, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2015.04.012>.

CÂMARA, G *et al.* **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE, São José dos Campos, 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 02 maio 2020.

CANDIDO, D. D. S *et al.* Routes for COVID-19 importation in Brazil. **J Travel Med**, v. 27, n. 3, 2020. <https://doi:10.1093/jtm/taaa042>.

CANDIDO, D. S *et al.* Evolution and epidemic spread of SARS-CoV-2 in Brazil. **MedRxiv**, [United States]: 2020. No prelo. <https://doi.org/10.1101/2020.06.11.20128249>.

CARVALHO, M. S.; SOUZA, S. R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cad. saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361–378, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000200003>.

CAVALCANTE, J. R.; ABREU, A. J. L. COVID-19 in the city of Rio de Janeiro: spatial analysis of first confirmed cases and deaths. **Epidemiol. Serv. Saude**, v. 29, n. 3, e2020204, 2020. <https://doi:10.5123/S1679-49742020000300007>.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **About Variants of the Virus**, 2021. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/transmission/variant.html>. Access in: 10 Feb. 2021.

CHAN, J. F *et al.* A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. **The Lancet**, v. 395, Issue: 10223, p. 514-523, 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9).

CHEN, N *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. **Lancet**, v. 395, p. 507–13, Feb. 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7).

CHEN, T. M. A mathematical model for simulating the phase-based transmissibility of a novel coronavirus. **Infect Dis Poverty**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00640-3>.

CHEN, Y *et al.* Structure analysis of the receptor binding of 2019-nCoV. **Biochem Biophys Res Commun**, v. 525, p. 135-40, 2020. Issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.02.071>.

CHENG, Z. J.; SHAN, J. 2019 Novel coronavirus: where we are and what we know. **Infection**, v. 48, p. 155-163, 2020. <https://doi.org/10.1007/s15010-020-01401-y>.

CHU, K. H *et al.* Acute renal impairment in coronavirus-associated severe acuterespiratory syndrome. **Kidney International**, v.67, p.698-05, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.67130.x>.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 510/2016 – Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. Brasil: Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE. **Painel CONASS COVID-19**. 2020. Disponível em: <https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/>. Acesso em: 10 Jan. 2021.

CONSOLE, E.; MOUCHOT, M. C. Fuzzy classification techniques in the urban area recognition. In: **IGARSS'96. 1996 International Geoscience and Remote Sensing Symposium**. France, p. 1373-1375, 1996. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.1996.516667>.

COVID-19 – Características sobre a vacina PFIZER e BIONTECH. **PFIZER**, 2021. Disponível em: <https://www.pfizer.com.br/sua-saude/vacinacao/covid-19-principais-perguntas-respostas-sobre-vacina-pfizer-e-biontech#:~:text=Sim%2C%20a%20Pfizer%20Brasil%20deu,%2C%20contra%20a%20COVID%2D19>. Acesso em: 08 Feb 2021.

DESJARDINS, M. R.; HOHL, A.; DELMELLE, E. M. Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. **Appl Geogr**, v. 118, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102202>.

DI GENNARO, F *et al.* Coronavirus Diseases (COVID-19) Current and Future Perspectives: A Narrative Review. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 17, n. 8, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082690>.

DIAZ, J. H. Hypothesis: angiotensin-converting enzyme inhibitors and angiotensin receptor blockers may increase the risk of severe COVID19. **J Travel Med**, v. 27, April 2020. Issue 3. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa041>.

DOCEA, A. O *et al.* A new threat from an old enemy: Re-emergence of coronavirus (Review). **Int J Mol Med**, v. 45, p. 1631–1643, 2020. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2020.4555>.

DOLFUD, O. **O espaço geográfico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

DROSTEN C *et al.* An observational, laboratory-based study of outbreaks of Middle East respiratory syndrome coronavirus in Jeddah and Riyadh, Kindom of Saudi Arabia. **Clin Infect Dis**, [United States]: v. 60, p. 369-377, 2015. <https://doi.org/10.1093/cid/ciu812>.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. **Contact tracing for COVID-19: current evidence, options for scale-up and an assessment of resources needed**. Sweden, Apr. 2020a. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-Contract-tracing-scale-up.pdf>. Access in: 25 May. 2020.

_____. Contact tracking: public health management of people, including health professionals, who had contact with cases of COVID-19 in the European Union - second update. Stockholm: ECDC: 2020. Available from: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Public-health-management-people-in-contact-with-COVID19-cases_PT.pdf. Access in: 02 Feb. 2021.

_____. **Download today's on the geographic distribution of COVID-19 cases worldwide as of 25 August 2020**. Sweden, 2020c. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>. Access in: 26 aug. 2020.

_____. **Infection prevention and control for COVID-19 in healthcare settings – first update**. Sweden, 12 March 2020b. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-infection-prevention-and-control-healthcare-settings-march-2020.pdf>. Access in: 26 abr. 2020.

EVELYN, K. 'It's a racial justice issue': Black Americans are dying in greater numbers from COVID-19. **The Guardian**, 2020. Available from: <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/08/its-a-racial-justice-issueblack-americans-are-dying-in-greater-numbers-fromcovid-19>. Access in: 20 Jan 2021.

FALAVIGNA, M *et al.* Diretrizes para o Tratamento Farmacológico da COVID-19. Consenso da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, da Sociedade Brasileira de Infectologia e da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. **Rev Bras Ter Intensiva**, São Paulo, SP, v. 32, n. 2, p. 166-96, 2020. <http://dx.doi.org/10.5935/0103-507x.20200039>.

FANG, L.; KARAKIULAKIS, G.; ROTH M. Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection? **The Lancet: Respiratory medicine**, London, v. 8, 2020. Issue 4. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30116-8](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30116-8).

FENEY, M. E.; WILLIAMSON, I. The role of institutional mechanisms in spatial data infrastructure development that supports decision mark. **Cartography**, v. 31, n. 2, p. 21-37, 2002.

FERNANDES, A. M. R. **Inteligência artificial aplicada à saúde**, Visual Books, 2004.

FERREIRA, R. V *et al.* Applying a Prospective Space-Time Scan Statistic to Examine the Evolution of COVID-19 Clusters in the State of São Paulo, Brazil. **MedRxiv**, São Paulo, 2020. No prelo. <https://doi.org/10.1101/2020.06.04.20122770>.

FONGARO, G *et al.* SARS-CoV-2 in human sewage in Santa Catarina Brazil, November 2019. **MedRxiv**, 2020. No prelo. <https://doi.org/10.1101/2020.06.26.20140731>.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Estudo identifica linhagens do SARS-CoV-2**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-identifica-linhagens-do-sars-cov-2>. Acesso em: 01 ago. 2020.

GOMES, D *et al.* Risk clusters of COVID-19 transmission in northeastern Brazil: Prospective space–time modelling. **Epidemiology and Infection**, v. 148, E188. <https://doi.org/10.1017/S0950268820001843>.

GUAN, W. J *et al.* Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. **N Engl J Med**, v. 382, Feb. 2020. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>.

GUO, L *et al.* Profiling Early Humoral Response to Diagnose Novel Coronavirus Disease (COVID-19). **Clin Infect Dis**, v. 71, n. 15, p. 778-785, 2020. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa310>.

HAMMERSCHMIDT, K. S. A.; SANTANA, R. F. Saúde do idoso em tempos de pandemia COVID-19. **Cogitare Enferm**, v. 25, e72849, 2020. <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v25i0.72849>.

HAVERS, F. P *et al.* Seroprevalence of Antibodies to SARS-CoV-2 in 10 Sites in the United States, March 23-May 12, 2020. **JAMA Intern Med**, 2020. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.4130>.

HOLSHUE, M. L *et al.* First Case of 2019 Novel Coronavirus in the United States. **N Engl J Med**, v. 382, n. 10, p. 929-36, Mar. 2020. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001191>.

HUANG, C *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **Lancet**, v. 395, Feb. 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5).

HUI, D. S. C.; ZUMLA, A. Severe Acute Respiratory Syndrome: Historical, Epidemiologic, and Clinical Features. **Infect Dis Clin North Am**, v. 33, n. 4, p. 869–89, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2019.07.001>.

HYLAND-WOOD, B *et al.* Toward effective government communication strategies in the era of COVID-19. **Humanit Soc Sci Commun**, v. 8, n. 30, 2021. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00701-w>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimates of the Resident Population in Brazilian Municipalities in 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020a. Available from: <https://www.ibge.gov.br/en/statistics/social/population/18176-populationprojection.html?=&t=resultados>. Access in: 28 nov 2020.

_____. **Malha digital do estado da Paraíba: situação em 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Available from: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Access in: 10 Jun 2020.

_____. **Cidades e Estados**. IBGE, 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb.html>. Acesso em: 02 Fev 2021.

_____. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

_____. **Malha digital do estado da Paraíba: situação em 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acesso em: 10 jun. 2020.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios COVID-19 - Outubro**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020c. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/10094/0>. Acesso em: 25 Jan 2021.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: Características gerais dos domicílios e dos moradores 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf. Acesso em: 25 Jan 2021.

_____. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/projecao.pdf. Acesso em: 22 Jun. 2021.

_____. **Censo Brasileiro de 2010: Distribuição da população por sexo, segundo grupos de idade na Paraíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/webservice/frm_piramide.php?codigo=25. Acesso em: 12 maio 2021.

JIN, Y. H *et al.* A rapid advice guideline for the diagnosis and treatment of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infected pneumonia (standard version). **Mil Med Res**, United States, v. 7, Feb. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-0233-6>.

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY. **CSSE Coronavirus COVID-19 Global Cases (dashboard)**. United States, 2020. Available from: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>. Access in: 27 July 2020.

KIRBY, T. New variant of SARS-CoV-2 in UK causes surge of COVID-19. **Country in focus**, v. 9, n. 2, E20-E21, 2021. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00005-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00005-9).

KRAEMER, M. U. G *et al.* The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. **Science**, v. 368, p. 493-497, 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abb4218>.

- KSIAZEK, T. G *et al.* A novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome. **N Engl J Med**, v. 348, p. 1953–66, 2003. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa030781>.
- KUJAWSKI, S. A *et al.* First 12 patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the United States. **MedRxiv**, 2020. No prelo <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20032896>.
- KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Statistics in Medicine**, v. 14, p. 799-10, 1995. <https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>.
- KULLDORFF, M *et al.* Evaluating cluster alarms: a space-time Scan statistic and brain cancer in Los Alamos, New Mexico. **Am J Public Health**, v. 88, n. 9, p. 1377-80, 1998. <https://doi.org/10.2105/ajph.88.9.1377>.
- KULLDORFF, M. **SaTScan-Software for the spatial, temporal, and space-time scan statistics**. Boston: Harvard Medical School and Harvard Pilgrim Health Care, 2018. Available from: <http://www.satscan.org/>.
- LAURING, A. S.; HODCROFT, E. B. Genetic Variants of SARS-CoV-2—What Do They Mean? **JAMA**, v. 325, n. 6, p.529-531, 2021. <https://doi:10.1001/jama.2020.27124>.
- LEE, N *et al.* Effects of early corticosteroid treatment on plasma SARS-associated coronavirus RNA concentrations in adult patients. **J Clin Virol**, v. 31, p. 304–309, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2004.07.006>.
- LEE, C. S.; WANG, M. H. A fuzzy expert system for diabetes decision support application. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)**, v. 41, n. 1, p. 139-153, 2010. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5471158>. Access in: 18 Feb 2021.
- LEE, J. Y *et al.* The clinical and virological features of the first imported case causing MERS-CoV outbreak in South Korea, 2015. **BMC Infect Dis**, v. 17, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2576-5>.
- LEI, J.; KUSOV, Y.; HILGENFELD, R. Nsp3 of coronaviruses: Structures and functions of a large multi-domain protein. **Antiviral Res**, v. 149, p. 58-74, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2017.11.001>.
- LEUNG, C. C.; LAM, T.H.; CHENG, K.K. Mass masking in the COVID-19 epidemic: people need guidance. **Lancet**, v. 395, p. 945, 2020. [https://doi:10.1016/S0140-6736\(20\)30520-1](https://doi:10.1016/S0140-6736(20)30520-1).
- LI, R *et al.* Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2). **Science**, v. 3221, p. 1-9, 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abb3221>.
- LI, X *et al.* Transmission dynamics and evolutionary history of 2019-nCoV. **J Med Virol**, United States, v. 92, n. 5, p. 501-11, 2020. <https://doi.org/10.1002/jmv.25701>.

LI, Z *et al.* Development and Clinical Application of A Rapid IgM-IgG Combined Antibody Test for SARS-CoV- 2 Infection Diagnosis. **J Med Virol**, United States, 2020. <https://doi.org/10.1002/jmv.25727>.

LIMA, L. M. M *et al.* A new combination rule for Spatial Decision Support Systems for epidemiology. **Int J Health Geogr**, London, v. 18, n. 25, 1-10, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12942-019-0187-7>.

LIU, R *et al.* Positive rate of RT-PCR detection of SARS-CoV-2 infection in 4880 cases from one hospital in Wuhan, China, from Jan to Feb 2020. **Clin Chim Acta**, China, v. 505, p. 172-5, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.03.009>.

LU, R *et al.* Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: Implications for virus origins and receptor binding. **Lancet**, London, v. 395, p. 565-74, 2020. Issue 10224. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30251-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30251-8).

LUCCHESI, P. T. R. **Políticas públicas em Saúde Pública**. São Paulo: BIREME/OPAS/OMS, 2004. Disponível em: http://files.bvs.br/upload/M/2004/Lucchese_Políticas_publicas.pdf. Acesso em: 18 Jan 2021.

MAKROPOULOS, C.; BUTLER, D.; MAKSIMOVIC, C. Fuzzy Logic Spatial Decision Support System for Urban Water Management. **J Water Resour Plan Manag**, London, v. 129, n. 1, p. 69–77, 2003.

MALIK, S.; NAEEM, K. **Impact of COVID-19 Pandemic on Women: Health, livelihoods & domestic violence**. Sustainable Development Policy Institute, 2020. Available from: <https://www.iassw-aiets.org/wp-content/uploads/2021/01/Covid19-impact-on-women.pdf>. Access in: 1 Feb 2021.

MAUNDER, R. The experience of the 2003 SARS outbreak as a traumatic stress among frontline healthcare workers in Toronto: lessons learned. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, [United States]: v. 359, p. 1117-25, 2004. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1483>.

MEYEROWITZ, E. A *et al.* Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. **Annals of Internal Medicine**, 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7505025/pdf/aim-olf-M205008.pdf>. Access in: 20 Jan 2021.

MOLYNEAUX, P. L *et al.* The role of bacteria in the pathogenesis and progression of idiopathic pulmonary fibrosis. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v. 190, n. 8, p. 906-913, 2014. <https://doi.org/10.1164/rccm.201403-0541OC>.

MOORE, B. B.; MOORE, T. A. Viruses in idiopathic pulmonary fibrosis. Etiology and exacerbation. **Ann Am Thorac Soc**, New York, v. 12, p. 186-192, 2015. Suppl. 2. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201502-088AW>.

MORAES, R. M.; MACHADO, L. S. O Laboratório de Estatística Aplicada ao Processamento de Imagens e Geoprocessamento da UFPB. In: PAES, N. A. et al. **10 anos de produção do Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde**. João Pessoa, 2019. p. 227, il. p&b.

MORAES, R. M.; MELO, C. O. Sistemas de Suporte à Decisão Espacial e Aplicações. **Comunicações em Informática**, João Pessoa, v. 1, n. 1, dez/2017. <https://doi.org/10.22478/ufpb.2595-0622.2017v1n1.36862>.

MORAES, R. M.; NOGUEIRA, J. A.; SOUSA, A. C. A. A new architecture for a spatiotemporal decision support system for epidemiological purposes. **FLINS Conference**, João Pessoa, p. 17-23, 2014. https://doi.org/10.1142/9789814619998_0006.

MORAES, R.M.; BANON, G.J.F.; SANDRI, S.A. Fuzzy expert systems architecture for image classification using mathematical morphology operators. **Information Sciences**, v. 142, n. 1, p. 7-21, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0020-0255\(02\)00154-8](https://doi.org/10.1016/S0020-0255(02)00154-8).

MORAES, R. M. **Uma arquitetura de sistemas especialistas nebulosos para classificação de imagens utilizando operadores da morfologia matemática**. Tese (Doutorado) – Pós-graduação em Computação Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

MORROW-HOWELL, N.; GALUCIA, N.; SWINFORD, E. Recovering from the COVID-19 Pandemic: a focus on older adults. **J Aging Soc Policy**, v. 32, n. 4-5, p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1080/08959420.2020.1759758>.

MUKAKA, M. M. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, Malawi, v. 24, n. 3, p. 69-71, 2012. Available from: <http://www.bioline.org.br/pdf?mm12018>. Access in: 13 Ago. 2020.

MUNNINK, B. B *et al.* Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans and mink and back to humans. **Science**, v. 371, n. 6525, p. 172-177, 2021. <https://doi.org/10.1126/science.abe5901>.

NATIONAL HEALTH COMMISSION. **Chinese Clinical Guidance for COVID-19 Pneumonia Diagnosis and Treatment (7th edition)**. China, 2020. Available from: <http://kjfy.meetingchina.org/msite/news/show/cn/3337.html>. Access in: 15 June 2020.

OBOHO, I. K *et al.* MERS-CoV Outbreak in Jeddah – A Link to Health Care Facilities. **NEJM**, v. 372, n. 9, p. 846-54, 2014. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1408636>.

OLIVEIRA, D. C. **Elaboração de modelos linguísticos, baseados na teoria de conjuntos fuzzy, para mensuração de qualidade de vida relacionada à saúde**. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ONG, S. W. X *et al.* Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a Symptomatic Patient. **JAMA - J Am Med Assoc**, United States, 2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3227>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Organização Mundial da Saúde Brasil**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>. Acesso em: 19 jun. 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **OPAS Brasil**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/>. Acesso em: 19 jun. 2020.

_____. **Occurrence of variants of SARS-CoV-2 in the Americas**. OPAS Brasil. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53234/EpiUpdate26January2021_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 mar. 2021.

ORTEGA, N. R. S. **Aplicação da teoria de conjuntos fuzzy a problemas da biomedicina**. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

PARAÍBA (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. **Mapa político-administrativo do Estado da Paraíba**. Paraíba, 2020a. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/>. Acesso em: 13 ago. 2020.

PARAÍBA (Estado). Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba. **Dados epidemiológicos**. Paraíba, PB, 2020b. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/governo-distribui-mais-45-2-mil-testes-para-todos-os-municipios-paraibanos>. Acesso em: 24 maio 2020.

PARAÍBA (Estado). **Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba**. Paraíba, PB, 2020c. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude>. Acesso em: 25 maio 2020.

PEDROSA, N. L.; ALBUQUERQUE, N. L. S. Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 2461-8, 2020. Suppl. 1. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.10952020>.

PEDRYCZ, W.; GOMIDE, F. **Fuzzy systems engineering: toward human-centric computing**. John Wiley & Sons, 2007.

PINTO, M. M. P. S *et al.* Análise comparativa de métodos de aglomeração espacial para estudos epidemiológicos. **Espaço & Geografia**, v. 22, n. 1, p. 683-706, 2019. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/article/view/618/330>. Acesso em: 02 ago. 2020.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Versão 3.6.1[software]: 2019. Available from: <https://www.R-project.org/>. Access in: 18 jun. 2020.

RAJ, V. S. MERS: emergence of a novel human coronavirus. **Curr Opin Virol**, [United States]: v. 5, p. 58-62, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2014.01.010>.

RAZAI, M. S *et al.* Coronavirus disease 2019 (covid-19): A guide for UK GPS. **BMJ**, 2020. <https://doi.org/10.1136/bmj.m800>.

RIBEIRO, F. F. Evaluation of spatial distribution of tuberculosis. **Journal of Nursing UFPE Online**, Pernambuco, v. 8, n. 7, p. 2302-8, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem>. Acesso em: 13 ago. 2020.

RICH, E.; KNIGHT, K. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1993.

ROSA, A. M *et al.* Doença respiratória e sazonalidade climática em menores de 15 anos em um município da Amazônia brasileira. **J. Pediatr**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 6, p. 543-49, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0021-75572008000700012>.

ROSA, G. L *et al.* FIRST DETECTION OF SARS-COV-2 IN UNTREATED WASTEWATERS IN ITALY. **MedRxiv**, 2020. No prelo. <https://doi.org/10.1101/2020.04.25.20079830>.

ROSEN, B.; WAITZBERG, R.; ISRAELI, A. Israel's rapid rollout of vaccinations for COVID-19. **Isr J Health Policy Res**, v. 10, n. 6, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13584-021-00440-6>.

ROSENBERG, E. S *et al.* Association of Treatment With Hydroxychloroquine or Azithromycin With In-Hospital Mortality in Patients With COVID-19 in New York State. **JAMA**, New York, v. 323, n. 4, p. 2493-2502, 2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.8630>.

ROTHER, C *et al.* Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany. **N Engl J Med**, n. 382, p. 970-971, 2020. <https://doi/full/10.1056/NEJMc2001468>.

SÁ, L. R *et al.* New Combining Rules for Spatial Clustering Methods Using Sigma-Count for Spatial Epidemiology. **International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)**, 2020. <https://doi:10.1109/DASA51403.2020.9317161>.

SÁ, L. R.; NOGUEIRA, J. A.; MORAES, R. M. Decision model on the demographic profile for tuberculosis control using fuzzy logic. **Rev Eletr Enferm**, Goiânia, v. 17, n. 2, p. 223-37, 2015. <https://doi.org/10.5216/ree.v17i2.27643>.

SÁ, L.R. **Um sistema de suporte a tomada de decisão espacial: usando o perfil demográfico para o controle da tuberculose no município de João Pessoa-PB**. Dissertação (Mestrado)- Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

SANTOS, A. D *et al.* Avaliação baseada em Lógica Fuzzy para um Framework voltado a construção de simuladores baseados em RV. In: XII Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2011. **Anais do XII Symposium on Virtual and Augmented Reality**. Natal: 2011 Disponível em: http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2010_svr2.pdf. Acesso em: 05 ago. 2020.

SANTOS, C. B *et al.* Utilização de um Sistema de Informação Geográfica para descrição dos casos de tuberculose. **Bol Pneumol Sanit**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 07-12, abr. 2004. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/bps/v12n1/v12n1a02.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2020.

SANTOS, M. P. A *et al.* População negra e Covid-19: reflexões sobre racismo e saúde. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 99, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v34n99/1806-9592-ea-34-99-225.pdf>. Acesso em: 05 Jan 2021.

SCHUURMAN, N.; LEIGHT, M.; BERUBE, M. A Webbased graphical user interface for evidence-based decision making for health care allocations in rural areas. **Int J Health Geogr**, v. 7, n. 49, 2008. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-49>.

SCOTT L, G *et al.* The comparative politics of COVID-19: The need to understand government responses, **Global Public Health**, v. 15, n. 9, p. 1413-16, 2020. <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1783340>.

SIEGEL, S. **Estatística não-Paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: Bookman, 2006.

SOUZA, W. M *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of the COVID-19 epidemic in Brazil. **Nat Hum Beh**, v. 4, n. 8, p. 856-865, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0928-4>.

STRINGHINI, S *et al.* Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study. **The Lancet**, v. 396, p. 313-19, 2020. Issue 10247. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31304-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31304-0).

SWINSCOW, T. D. V.; CAMPBELL, M. J. **Statistics at square one**. Southampton: BMJ Group, 04 Dec. 1998. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0258\(19971130\)16:22<2629::AID-SIM698>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0258(19971130)16:22<2629::AID-SIM698>3.0.CO;2-Z).

TANGO, T. Statistical Methods for Disease Clustering. **Springer Science & Business Media**, 2010.

TEGALLY, H *et al.* Emergence and rapid spread of a new severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2 (SARS-CoV-2) lineage with multiple spike mutations in South Africa. **MedRxiv**, 2020. No prelo. <https://doi.org/10.1101/2020.12.21.20248640>.

Vacina Covid-19 Fiocruz tem eficácia geral de 82%. **FIOCRUZ**, 2021. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/vacina-covid-19-fiocruz-tem-eficacia-geral-de-82>. Acesso em: 07 Fev 2021.

VOLOCH, C. M *et al.* Genomic characterization of a novel SARS-CoV-2 lineage from Rio de Janeiro, Brazil. **MedRxiv**, 2020. No prelo. <https://doi.org/10.1101/2020.12.23.20248598>.

WENHAM, C.; SMITH, J.; MORGAN, R. COVID-19: the gendered impacts of the outbreak. **The Lancet**, v. 3, Issue: 10227, p. 846-848, 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30526-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30526-2).

WORBOYS, M. F. GIS: **A computing Perspective**. London: Taylor and Francis, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. COVID-19 Weekly Epidemiological Update. Genebra, 3 Jan. 2021. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update---5-january-2021>. Access in: 7 Jan 2020.

_____. **Issues global alert about cases of atypical pneumonia: cases of severe respiratory illness may spread to hospital staff**. Geneva, 12, March 2003. Available from: http://www.who.int/csr/sars/archive/2003_03_12/en. Access in: 20 July 2020.

_____. **MERS situation update**. Geneva, 2018. Available from: <http://www.emro.who.int/pandemic-epidemic-diseases/mers-cov/mers-situation-update-april-2018.html>. Access in: 28 July 2020.

_____. **Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) summary and literature update**. Geneva, 2014. Available from: http://www.who.int/csr/disease/coronavirus_infections/MERS_CoV_Update_09_May_2014.pdf?ua=1; 2014. Access in: 27 July 2020.

_____. **Situation Report no. 131**. Geneva, 30 may. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200530-covid-19-sitrep-131.pdf?sfvrsn=d31ba4b3_2. Access in: 30 may 2020.

_____. **WHO guidelines for the global surveillance of severe acute respiratory syndrome (SARS)**. Geneva, October 2004. Available from: https://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_CSR_ARO_2004_1.pdf?ua=1. Access in: 20 July 2020.

WORLDMETER. **COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC**. United States, 2021. Available from: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>. Access in: 05 Feb. 2021.

WU, Fan *et al.* A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. **Nature**, China, v. 579, p. 265–9, mar. 2020. <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2008-3>.

YANG, W. Z. Thoughts of the COVID-19 outbreak phases changed from emergency response to combination of emergency response and regular prevention and control. **Chin J Epidemiol**, 41(0):E045, 2020. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112338-20200404-00516>.

ZADEH, K. S. Fuzzy health, illness, and disease. **J Med Philos**, v. 25, n. 5, p. 605–638, out. 2000. [https://doi.org/10.1076/0360-5310\(200010\)25:5;1-W;FT605](https://doi.org/10.1076/0360-5310(200010)25:5;1-W;FT605).

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets*. **Information and Control**, v. 8, p. 338-353, 1965. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).

ZADEH, L. A. Fuzzys Sets. **Information and Control**, v. 8, p. 338-353, 1965. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).

ZAKI, A. M *et al.* Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. **N Eng J Med**, v. 367, n. 19, p. 1814-20, 2014. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211721>.

ZHU, Na *et al.* A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. **N Engl J Med**, v. 382, n. 8, p. 727-33, feb. 2020. <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2001017>.

APÊNDICE A – Regras elaboradas para o modelo de suporte à tomada de decisão baseado na lógica *Fuzzy*

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Prioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Prioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),`

`fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&`

persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciakonglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
cormoderadanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% tendencianaoprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
```


persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfrac
 , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva ,
 Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva ,
 Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfrac , Municipio
 %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfrac , Municipio
 %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
 scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva ,
 Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% corfrac,
Municipio %is% tendenciaprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% REmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scansespacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scansespacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciakonglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% corfraca ,
Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente
&& persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente
&& persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadanegativa, Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% sempersistencia && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfrac , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfrac , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% corfracca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
cormoderadanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
cormoderadanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitalta && Scanspacialtotal %is% semscan && scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciadototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciakonglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% tendenciaprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scansespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),


```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% REmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is%
cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is%
cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is%
cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca
, Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanspacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfrac
, Municipio %is% Naoprioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
coraltapositiva , Municipio %is% tendencianaoprioritario),
```



```
fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is%
cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca
, Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca
, Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca
, Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca
, Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is%
corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEttotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan &&
scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente &&
persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is%
coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),
```

```
fuzzy_rule(RIEtotal %is% REmuitoalta && Scanspacialtotal %is% comscan &&
scanspacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente
&& persistenciakonglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is%
cormoderadanegativa , Municipio %is% Prioritario),
```

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia3semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadaanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Semscan && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia2semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia1semana && correlacaototal %is% cormoderadanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% corfraca , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitobaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% corfrac , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% corfrac , Municipio %is% Naoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendencianaoprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmedia && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Naorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% cormoderadapositiva , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEbaixa && Scanespacialtotal %is% semscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltanegativa , Municipio %is% tendenciaprioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEmuitoalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% Recente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario),

fuzzy_rule(RIEtotal %is% RIEalta && Scanespacialtotal %is% comscan && scanespacotemporaltotal %is% Comscan && tempoconglomeradototal %is% muitorecente && persistenciaconglomeradototal %is% persistencia5semanas && correlacaototal %is% coraltapositiva , Municipio %is% Prioritario)

ANEXO A – Calendário de notificação epidemiológica para o ano de 2020



República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde

Sistema de Informação de Agravos de Notificação

Página: 1

CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO PARA O ANO DE 2020

Semana	Início	Término
1	29/12/2019	04/01/2020
2	05/01/2020	11/01/2020
3	12/01/2020	18/01/2020
4	19/01/2020	25/01/2020
5	26/01/2020	01/02/2020
6	02/02/2020	08/02/2020
7	09/02/2020	15/02/2020
8	16/02/2020	22/02/2020
9	23/02/2020	29/02/2020
10	01/03/2020	07/03/2020
11	08/03/2020	14/03/2020
12	15/03/2020	21/03/2020
13	22/03/2020	28/03/2020
14	29/03/2020	04/04/2020
15	05/04/2020	11/04/2020
16	12/04/2020	18/04/2020
17	19/04/2020	25/04/2020
18	26/04/2020	02/05/2020
19	03/05/2020	09/05/2020
20	10/05/2020	16/05/2020
21	17/05/2020	23/05/2020
22	24/05/2020	30/05/2020
23	31/05/2020	06/06/2020
24	07/06/2020	13/06/2020
25	14/06/2020	20/06/2020
26	21/06/2020	27/06/2020
27	28/06/2020	04/07/2020
28	05/07/2020	11/07/2020
29	12/07/2020	18/07/2020
30	19/07/2020	25/07/2020
31	26/07/2020	01/08/2020
32	02/08/2020	08/08/2020
33	09/08/2020	15/08/2020
34	16/08/2020	22/08/2020
35	23/08/2020	29/08/2020
36	30/08/2020	05/09/2020
37	06/09/2020	12/09/2020
38	13/09/2020	19/09/2020
39	20/09/2020	26/09/2020
40	27/09/2020	03/10/2020
41	04/10/2020	10/10/2020
42	11/10/2020	17/10/2020
43	18/10/2020	24/10/2020
44	25/10/2020	31/10/2020
45	01/11/2020	07/11/2020
46	08/11/2020	14/11/2020
47	15/11/2020	21/11/2020
48	22/11/2020	28/11/2020
49	29/11/2020	05/12/2020
50	06/12/2020	12/12/2020
51	13/12/2020	19/12/2020
52	20/12/2020	26/12/2020
53	27/12/2020	02/01/2021

Observação: Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.

Emitido em: 06/01/2020

ANEXO B – Calendário de notificação epidemiológica para o ano de 2021



República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde

Sistema de Informação de Agravos de Notificação

Página: 1

CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO PARA O ANO DE 2021

Semana	Início	Término
1	03/01/2021	09/01/2021
2	10/01/2021	16/01/2021
3	17/01/2021	23/01/2021
4	24/01/2021	30/01/2021
5	31/01/2021	06/02/2021
6	07/02/2021	13/02/2021
7	14/02/2021	20/02/2021
8	21/02/2021	27/02/2021
9	28/02/2021	06/03/2021
10	07/03/2021	13/03/2021
11	14/03/2021	20/03/2021
12	21/03/2021	27/03/2021
13	28/03/2021	03/04/2021
14	04/04/2021	10/04/2021
15	11/04/2021	17/04/2021
16	18/04/2021	24/04/2021
17	25/04/2021	01/05/2021
18	02/05/2021	08/05/2021
19	09/05/2021	15/05/2021
20	16/05/2021	22/05/2021
21	23/05/2021	29/05/2021
22	30/05/2021	05/06/2021
23	06/06/2021	12/06/2021
24	13/06/2021	19/06/2021
25	20/06/2021	26/06/2021
26	27/06/2021	03/07/2021
27	04/07/2021	10/07/2021
28	11/07/2021	17/07/2021
29	18/07/2021	24/07/2021
30	25/07/2021	31/07/2021
31	01/08/2021	07/08/2021
32	08/08/2021	14/08/2021
33	15/08/2021	21/08/2021
34	22/08/2021	28/08/2021
35	29/08/2021	04/09/2021
36	05/09/2021	11/09/2021
37	12/09/2021	18/09/2021
38	19/09/2021	25/09/2021
39	26/09/2021	02/10/2021
40	03/10/2021	09/10/2021
41	10/10/2021	16/10/2021
42	17/10/2021	23/10/2021
43	24/10/2021	30/10/2021
44	31/10/2021	06/11/2021
45	07/11/2021	13/11/2021
46	14/11/2021	20/11/2021
47	21/11/2021	27/11/2021
48	28/11/2021	04/12/2021
49	05/12/2021	11/12/2021
50	12/12/2021	18/12/2021
51	19/12/2021	25/12/2021
52	26/12/2021	01/01/2022

Observação: Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.

Emitido em: 16/12/2020