

SUSCETIBILIDADE À COVID-19 EM SANTA CATARINA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

SUSCEPTBILY TO COVID-19 IN SANTA CATARINA: A METHODOLOGICAL PROPOSAL

Lindberg Nascimento Júnior

Doutorado em Geografia
Universidade Federal de Santa Catarina
lindberg.junior@ufsc.br

Eduardo Augusto Werneck Ribeiro

Doutorado em Geografia
Instituto Federal Catarinense
eduardo.werneck@ifc.edu.br

Fabrcio Augusto Menegon

Doutorado em Saúde Pública
Universidade Federal de Santa Catarina
fabriciomenegon@gmail.com

Kalina Salaib Springer

Doutorado em Geografia
Universidade Federal de Santa Catarina
springer.kalina@gmail.com

Michele Monguilhot

Doutorado em Geografia
Universidade Federal de Santa Catarina
michele.monguilhott@ufsc.br

Paulo Fernando Meliani

Doutorado em Geografia
Universidade do Estado de Santa Catarina
paulomeliani@gmail.com

Vivian da Silva Celestino Reginato

Doutorado em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
vivian.celestino@ufsc.br

RESUMO

Apresenta-se uma proposta metodológica de avaliação da suscetibilidade à COVID-19 no Estado de Santa Catarina. O interesse é contribuir com a análise da difusão espacial da doença e oferecer um parâmetro técnico-científico que auxilie os processos decisórios e gestão da saúde no Estado no que tange à previsibilidade de áreas e regiões mais propensas à observação, aumento e distribuição espacial da doença. O índice contemplou 47 variáveis dimensionadas em indicadores que agravam os quadros da COVID-19, considerando população residente, riqueza material e processo saúde-doença para as unidades espaciais dos 293 municípios catarinenses. Para construção dos índices os valores demográficos e de saúde foram submetidos à testes de normalidade, multicolinearidade, análise de componentes principais. A transformação de valores estatísticos para índices de suscetibilidade foi assumida a partir de duas componentes principais que explicou 84,8% da variância da matriz. Na espacialização, os índices se apresentam com padrão de distribuição, associados na maioria dos municípios com população mais alta e com os maiores casos confirmados. Nestes aspectos o índice pode, em sua primeira versão, ser apresentado como uma estratégia para a análise e controle da epidemia no Estado, principalmente, na indicação de municípios para ação prioritária.

Palavras-chave: Geografia da saúde. Epidemiologia. Coronavírus. Geoprocessamento. COVID-19.

Recebido em: 10/05/2020

Aceito para publicação em: 17/05/2020.

ABSTRACT

A methodological proposal for assessing susceptibility to COVID-19 in Santa Catarina State is presented. The interest is to contribute to the analysis of the spatial dissemination of the disease and to offer a technical-scientific parameter that assists the decision-making processes and health management in the State regarding the predictability of areas and regions more prone to observation, increase and spatial distribution of the disease. The index included 47 variables dimensioned in indicators that aggravate the staff of COVID-19, considering the resident population, material wealth and health-disease process for the space units of 293 municipalities in Santa Catarina. To build the indexes, demographic and health values were subjected to normality, multicollinearity tests, and principal component analysis. The transformation of statistical values to susceptibility indices was assumed based on two main components that explained 84.8% of the matrix variance. In terms of spatialization, the indexes have a dispersed pattern of distribution, associated in most municipalities with a higher population and with the largest confirmed cases of COVID-19. In these aspects, the index can, in its first version, be presented as a strategy for the analysis and control of the epidemic in the State, mainly in the indication of municipalities for priority action.

Keywords: Geography of Health. Epidemiology. Coronavirus. Geoprocessing. COVID-19.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do padrão espacial da Síndrome Respiratória Aguda Grave causada pelo Coronavírus Sars-CoV-2 não somente oferece possibilidades de criar mapeamentos e produtos cartográficos informativos, comunicativos e de fácil assimilação, mas principalmente a produção de um conhecimento orientado à criação de políticas públicas e auxílio nos processos decisórios pelos agentes de saúde.

O sentido é de que o conhecimento da espacialidade processo saúde-doença deve ser acessível, para que a disseminação da informação seja somada às estratégias de controle e prevenção, sendo estes avaliados e formulados por critérios objetivos, representados por indicadores de difusão, concentração, movimentação, propagação e distribuição espacial (GUIMARÃES, 2008).

Os produtos cartográficos, advindos do desenvolvimento destes pressupostos, são majoritariamente desenvolvidos a partir da localização das áreas de ocorrência e da identificação do perfil populacional do grupo de risco, e atualmente têm sido amplamente noticiados legitimando o isolamento social e domiciliar enquanto medidas estratégicas para contenção a disseminação do vírus, recomendada por instituições internacionais e nacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), e o Ministério da Saúde, por meio do Plano de Contingência Nacional para Infecção Humana pelo novo Coronavírus - COVID-19 (COE-COVID-19, 2020).

A espacialidade do processo saúde-doença sugere a reunião de um conjunto de saberes adequados à realização de um trabalho, para que seja eficiente no enfrentamento dos fatores agravantes e condicionantes, além de fortalecer as instituições de pesquisa, a partir de que garantias técnico-científicas sejam mais bem avaliadas sob critérios do debate teórico e do rigor metodológico (GUIMARAES e RIBEIRO, 2010).

É nesta perspectiva que o presente manuscrito oferece uma proposta metodológica de avaliação da suscetibilidade à COVID-19. Trata-se de uma avaliação quantitativa expressa pela distribuição espacial de atributos demográficos e socioeconômicas de risco e incidência dos fatores epidemiológicos que agravam a situação da doença.

O modelo, em seu projeto piloto, foi aplicado aos municípios de Santa Catarina enquanto universo de análise. Ele contempla dimensões como o perfil dos residentes que formam a população residente (grupos populacionais de risco em associação com a estrutura etária e sexo), riqueza material (abastecimento, iluminação, infraestrutura, condições de moradia) e processos saúde-doença (ocorrência de comorbidades associadas às complicações da COVID-19, a saber: tuberculose,

hipertensão, diabetes 1 e 2, obesidade, HIV (vírus da imunodeficiência humana da sigla do acrônimo em inglês) e neoplasias. E os resultados são qualificados na indicação de áreas e regiões prioritárias no que tange, fundamentalmente à fase de previsibilidade da pandemia em sua difusão espacial

A fim de se compreender como a medida foi elaborada, o presente manuscrito foi dividido em quatro partes. Na primeira, oferece mapeamento básico para análise da difusão espacial da COVID-19 em Santa Catarina, destacando as notificações de casos confirmados e bem como sua relação com outras comorbidades que agravam o quadro da doença. A segunda parte apresenta a estrutura e a organização do Índice de Suscetibilidade à COVID-19 (ISCOVID), e os elementos fundamentais para sua avaliação. A terceira parte contempla a descrição dos resultados obtidos para geração do ISCOVID, sua espacialização e sua validação estatística. Finaliza-se o texto com as considerações finais.

A COVID-19 EM SANTA CATARINA

Em Santa Catarina, até dia primeiro de maio de 2020, somaram-se 2104 casos confirmados de COVID-19, destes 320 observados em Florianópolis, seguido de Blumenau (194 casos), Joinville (174), Criciúma (121), Balneário Camboriú (95), Braço do Norte (92), Itajaí (85), Concórdia (74), Camboriú (67), Chapecó (54), São José (45), Tubarão (45), Brusque (44) e Navegantes (38).

A espacialidade da doença nesse período se apresentou com uma taxa de infecção em torno de 43%, em 125 dos 295 municípios Catarinenses, com distribuição concentrada primeiro, nos setores leste, segundo, no centro da região oeste e, nas demais áreas do interior, apresentou padrão espacial disperso. Ver Figura 1. A distribuição espacial da COVID-19 no Estado mostra que o caráter da doença é urbano-rodoviário e apresenta como forma da difusão espacial da doença os processos de concentração e distribuição, apresentando similaridades já observados em outros estados e regiões brasileiras, como São Paulo e a Região Sudeste (Radar COVID-19).

Ainda na Figura 1, o caráter urbano-rodoviário que pode ser representado a partir das centralidades urbanas mediante a identificação dos maiores números de casos observados nos municípios mais populosos, como Florianópolis, Blumenau, Joinville e Criciúma, bem como em municípios de suas respectivas zonas de contato e influência direta. E segundo, a rota de difusão coincide com a dos eixos rodoviários principais de SC, como a BR-101, que articula os municípios costeiros do Estado, bem como da BR 282 e BR 153, que integram os municípios do Oeste catarinense, notadamente Concórdia e Chapecó, importantes centros agroindustriais fortemente afetados pela doença até o momento da última observação (primeiro de maio de 2020).

Em síntese, em Santa Catarina a doença se iniciou nos grandes centros (majoritariamente localizados no setor leste) favorecendo o processo de concentração, e em seguida, se propagou para interior via estrutura rodoviária, definindo o processo de difusão espacial pelo padrão disperso.

Diante do exposto é importante destacar primeiro a importância de medidas de controle da propagação da doença a partir de decretos e ações políticas que proíbem ou estimulem a diminuição da circulação de transportes e de pessoas no Estado. E, em segundo, que a necessidade de elaboração de índices, pode auxiliar na avaliação da difusão espacial da COVID-19, sobretudo, considerando o caráter de identificação de áreas e regiões mais propensas à doença. Neste âmbito séries de índices sintéticos, que se baseiam em ferramentas estatísticas e geotecnológicas e dados populacionais de natureza diversa, têm sido desenvolvidos para avaliar o impacto da doença no território.

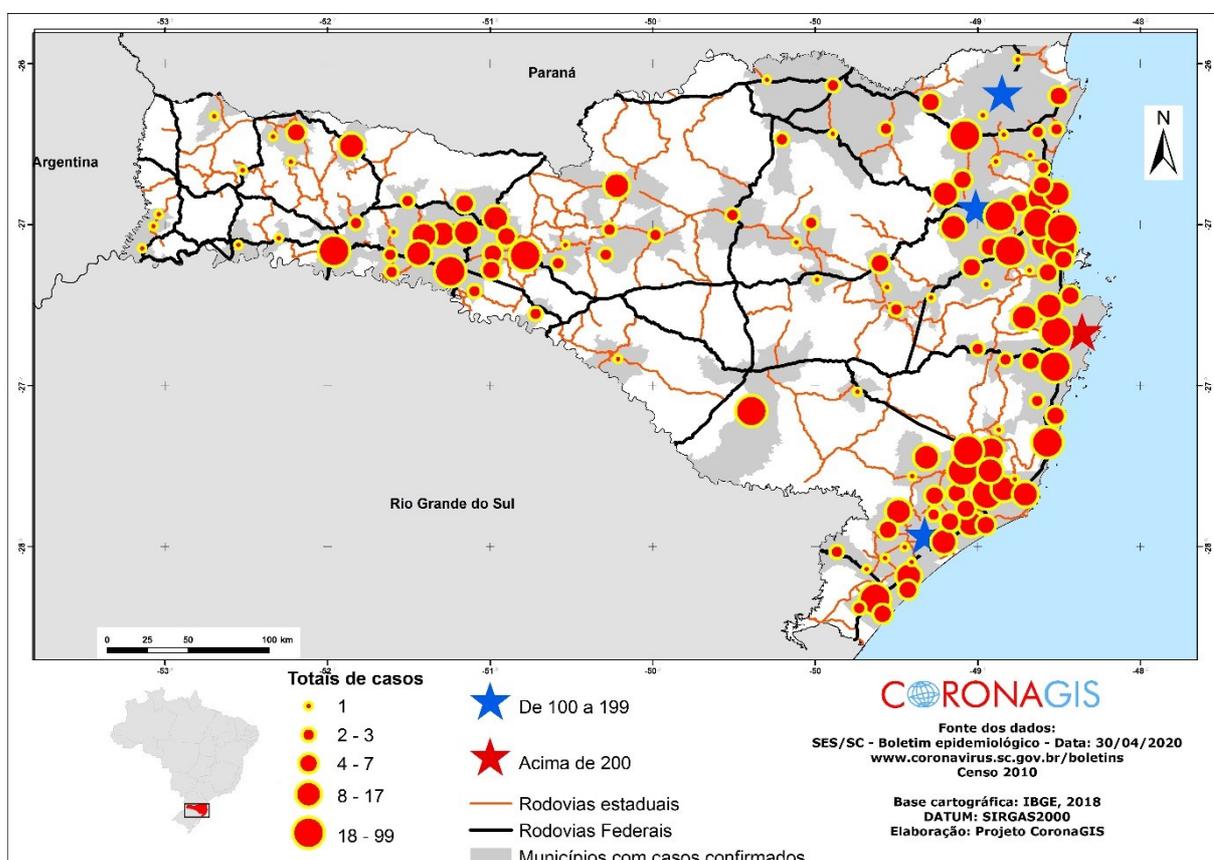
A Fundação Perseu Abramo (2020) elaborou seu índice de vulnerabilidade à COVID-19 baseando-se na metodologia de cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), da Organização das Nações Unidas (ONU). A medida final é obtida como um produto de quatro subíndices (densidade demográfica, faixa etária, infraestrutura sanitária e elétrica, saúde e mercado de trabalho) elaborado com base nos dados do Censo Demográfico de 2010, do DATASUS e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A fonte é baseada nos dados.

Para Santa Catarina, um índice de vulnerabilidade à COVID-19 foi elaborado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI (2020). A medida é obtida em

função da idade, da renda e da densidade demográfica e mapeada na escala do setor censitário e por município.

Observa-se que, o uso da vulnerabilidade enquanto conceito de análise da COVID-19 está reduzida à identificação de populações e áreas submetidas à processos de fragilização (precariedade, instabilidade, etc.) e de pobreza social (falta de recursos e infraestrutura). Neste sentido, é importante conceber que *lato sensu* vulnerabilidade indica potencial de perda, e em termos de contaminação da COVID-19 (e sobre qualquer processo saúde-doença), no entanto, o conceito mais adequado para este estudo será o de suscetibilidade (MS, 2020).

Figura 1 - Distribuição dos casos confirmados de COVID-19 por município, Santa Catarina, em 01/05/2020



Suscetibilidade está associado a uma memória imunológica. O indivíduo se torna menos suscetível após adquirir uma doença transmissível (que lhe dá o caráter de imunidade duradoura, mesmo não sendo permanente), ou após receber vacinação (MS, 2020). Neste caso, o conceito é definido pela interação de fatores de risco (individuais, virais e epidemiológico) que promoveria condições para a ocorrência de determinadas doenças, conforme apontando por Pontes e Ruffino - Neto (1994) para o estudo da epidemia da dengue.

Para motivar este debate teórico-metodológico e auxiliar os processos decisórios de controle da pandemia da COVID-19, apresenta-se a proposta do Índice de Suscetibilidade à COVID-19 (ISCOVID). Trata-se de uma medida numérica que reúne em um índice sintético as possibilidades de propensão e predisposição em que um determinado lugar ou população esteja exposto para a ocorrência de doenças contagiosas, bem como seu agravamento. Desta forma, a suscetibilidade à COVID-19 aqui apresentada incorpora, além de indicadores de populacionais de risco (densidade

demográfica e faixa etária, por exemplo), também de comorbidades associadas às complicações da saúde - doença (tuberculose, hipertensão, diabetes 1 e 2, obesidade, HIV e neoplasias) e de riqueza material (entendido como as condições que permitem assegurar a proteção e defesa civil frente aos impactos da doença no cotidiano).

ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO ISCOVID

O ISCOVID foi desenvolvido a partir das informações socioeconômicas e demográficas do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), em integração com os dados de internação do DATASUS (2020) na série histórica de 2008 a 2020 e informações divulgados no Boletim Novo Coronavírus – COVID - 19 da Secretaria de Estado de Saúde de Santa Catarina (SES-SC). A unidade espacial de referência é a dos 293 municípios do Estado de Santa Catarina. Não foram levados em consideração os novos municípios fundados após o censo do IBGE de 2010, Pescaria Brava e Balneário Rincão.

Para análise, 47 variáveis selecionadas foram submetidas ao teste de multicolinearidade, admitindo-se omissões das que não apresentaram correlações com valores de coeficientes de determinação $r^2 > 0,09$. Segundo Hair Jr. *et al.* (2005, p.142) os efeitos da multicolinearidade merece um cuidado que é de avaliar quando os pesos relativos dos coeficientes de correlação podem não representar a intensidade, com que determinada variável (independente) é capaz de explicar as demais variáveis (dependentes). Esse processo contemplou as variáveis estatisticamente significativas para representação quantitativa na unidade espacial de referência. O Quadro 1 apresenta a origem dos dados utilizados e os resultados obtidos na multicolinearidade.

Em seguida todos os valores foram submetidos à decomposição espectral pela técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), que é “[...] uma técnica da estatística multivariada que consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais” (VARELLA, 2008, p. 3). A ACP ordena variáveis originais, independentes entre si, em uma matriz, reduzindo a quantidade de dados, diminuindo a variabilidade e oferecendo a menor perda possível de informação. A redução por decomposição ou fatoração agrupa as variáveis de acordo com sua variância no contexto da matriz, representando variação existente no conjunto das características de todas as variáveis submetidas ao teste.

As componentes principais são ordenadas de acordo com as propriedades de variância, autovalor e auto vetor. A primeira componente é o que apresenta maior variância, e decresce até a última componente. O total de variância das variáveis originais é igual ao somatório dos autovalores, que por sua vez é igual ao total de variância das componentes principais.

A contribuição de cada componente principal é expressa em porcentagem. Neste processo admitiu-se o autovalor acumulado de 75% da variância da matriz, e padrões estatísticos com cargas fatoriais entre -0,5 a 0,5. Para espacialização dos resultados utilizou-se as coordenadas dos fatores, uma vez que são resultados da ACP para cada município.

Para determinar as classes de indicação numérica utilizou-se os limites obtidos pela Técnica dos Quantis, considerando as seguintes ordens: a) o primeiro quantil (Q1) que representa as 20% menores observações ordenadas, denominada Muito Baixa; b) o segundo quantil (Q2) divide o conjunto de dados contemplando as observações da amostra ordenada de 40%, contemplando baixos índices de suscetibilidade, denominada Baixa; c) terceiro quantil (Q3) que apresenta o valor ordenado até 60% incluindo a mediana, definindo a classe de suscetibilidade moderada, denominada Moderada; d) quarto quantil (Q4) que apresenta o valor ordenado até 80%, classes com altos índices de suscetibilidade, denominada Alta; e e) quinto quantil que contempla o grupo dos 20% maiores valores da amostra, no qual a suscetibilidade é classificada como alta, denominada Alta.

Para garantir parâmetros de consistência do índice e o caráter da previsibilidade da doença, os valores numéricos de ISCOVID foram submetidas à processos de validação e controle, a saber: a) obtenção da razão em porcentagem entre as classes de suscetibilidade e a notificação de casos da doença por município em primeiro de maio de 2020, e, b) correlação linear obtida pelo Coeficiente de Pearson, Spearman, Kendall e multicolinearidade entre os índices e os casos confirmados por município.

Quadro 1 - Estrutura e fonte dos dados utilizados para elaboração do ISCOVID

Indicadores	Sigla	Descrição	Multicolinearidade (r ²)	Tolerância (p-valor)
Residentes	Pop_total	População total	1,00	0,000
	Pop50_54M	População masculina de 50 a 54 anos 2010	1,00	0,000
	Pop55_59M	População masculina de 55 a 59 anos 2010	1,00	0,000
	Pop60_64M	População masculina de 60 a 64 anos 2010	1,00	0,000
	Pop65_69M	População masculina de 65 a 69 anos 2010	1,00	0,001
	Pop70_74M	População masculina de 70 a 74 anos 2010	1,00	0,001
	Pop75_79M	População masculina de 75 a 79 anos 2010	1,00	0,001
	Pop80M	População masculina com 80 anos e mais 2010	1,00	0,002
	Pop50_54F	População feminina de 50 a 54 anos 2010	1,00	0,000
	Pop55_59F	População feminina de 55 a 59 anos 2010	1,00	0,000
	Pop60_64F	População feminina de 60 a 64 anos 2010	1,00	0,000
	Pop65_69F	População feminina de 65 a 69 anos 2010	1,00	0,000
	Pop70_74F	População feminina de 70 a 74 anos 2010	1,00	0,001
	Pop75_79F	População feminina de 75 a 79 anos 2010	1,00	0,001
Riqueza material	Pop80F	População feminina com 80 anos e mais 2010	1,00	0,001
	Fone	Total de domicílios com telefone (celular e/ou fixo)	1,00	0,001
	Bens	Total de domicílios com bem duráveis (geladeira, rádio, televisão, máquina de lavar, carro, motocicleta e computador)	1,00	0,000
	H2O	Total de domicílios com água canalizada e forma de abastecimento	1,00	0,000
	Dom1	Total de domicílios com 1 dormitório	1,00	0,000
	Dom2	Total de domicílios com 2 dormitórios	1,00	0,000
	Dom3	Total de domicílios com 3 dormitórios	1,00	0,000
	Dom4+	Total de domicílios com 4 ou mais dormitórios	1,00	0,000
	ALV	Total de domicílios com alvenaria como tipo de revestimento	1,00	0,000
	ALVS	Total de domicílios sem alvenaria sem revestimento das paredes	1,00	0,000
	MAD	Total de domicílios com Madeira aparelhada como tipo de revestimento	1,00	0,000
	TAI	Total de domicílios com Taipa revestida	0,76*	0,237
	TAIN	Total de domicílios com Taipa não revestida	0,89*	0,104
	MADA	Total de domicílios com Madeira aproveitada	1,00	0,000
Outro	Total de domicílios com Outro tipos de material	0,86*	0,145	
Saúde-doença	TUB_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Tuberculose - Masculino	0,99	0,005
	TUB_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Tuberculose - Feminino	0,99	0,006
	TAB_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Tabagismo - Masculino	0,97	0,026
	TAB_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Tabagismo - Feminino	0,97	0,030
	OB_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Obesidade - Masculino	0,99	0,014
	OB_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Obesidade - Feminino	0,99	0,010
	NEO_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Neoplasias - Masculino	1,00	0,002
	NEO_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Neoplasias - Feminino	1,00	0,002
	HIV_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - HIV - Masculino	1,00	0,001
	HIV_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - HIV - Feminino	1,00	0,001
	HIPE_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Hipertensão - Masculino	0,99	0,005
	HIPE_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Hipertensão - Feminino	0,99	0,006
	HI_DIA_Mas	Total de internações - 2008 a 2021 - Hipertensão e Diabetes - Masculino	0,99	0,005
	HI_DIA_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Hipertensão e Diabetes - Feminino	0,99	0,006
DIAB2_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Diabetes Tipo 2 - Masculino	0,99	0,008	
DIAB2_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Diabetes Tipo 2 - Feminino	0,99	0,008	
DIAB1_Masc	Total de internações - 2008 a 2021 - Diabetes Tipo 1 - Masculino	0,98	0,023	
DIAB1_Fem	Total de internações - 2008 a 2021 - Diabetes Tipo 1 - Feminino	0,98	0,022	

*Os resultados não diferem de 0 com um nível de significância alfa=0,05.

Especialmente para a correlação linear os valores também passaram por testes de normalidade e comparação de amostras. Utilizou-se testes não paramétricos Anderson-Darling, Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Mann-Whitney. Os resultados são apresentados na Tabela 1, e indicam que as dados não apresentaram distribuição normal.

Tabela 1 - Avaliação de normalidade de dados e comparação de amostras

Testes	Resultados	Número de casos	ISCOVID
Shapiro-Wilk	Valor	0,243	0,477
	P-valor	< 0,0001	< 0,0001
Anderson-Darling	Valor	0,336	48,016
	P-valor	< 0,0001	< 0,0001
Kolmogorov-Smirnov	Valor	0,778	
	P-valor	< 0,0001	
Mann-Whitney	Valor	72404,000	
	P-valor	< 0,0001	

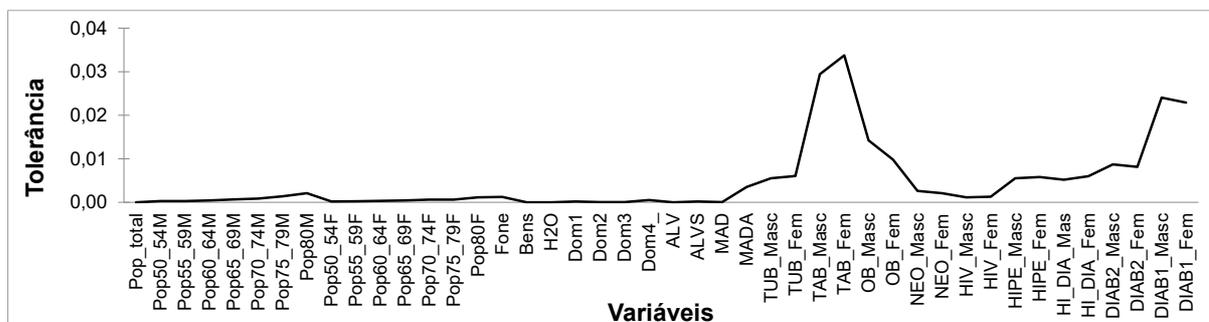
Os valores não são diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05

Todos os cálculos estatísticos foram executados no Microsoft Office® com o pacote XLStat®. O processamento cartográfico foi desenvolvido em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com o software ArcGIS®. Outros produtos relacionados à COVID-19 em Santa Catarina estão disponíveis na plataforma do projeto CoronaGis, em <https://www.coronagis.com/>.

A SUSCETIBILIDADE À COVID-19 EM SANTA CATARINA

A composição do ISCOVID para os municípios de Santa Catarina apresentou nas estatísticas de multicolinearidade p-valores adequados para avaliação inicial do índice (Figura 2). Há de destacar que em todas as variáveis os p-valores são menores que 0,05, exceto para a variáveis de riqueza material, que se referem aos domicílios com taipa (revestida e não revestida) e com outros tipos de material. Por esses aspectos, essas variáveis foram excluídas, reduzindo para 44 o total de variáveis utilizadas no índice.

Figura 2 - Variação dos valores de tolerância obtidos no teste de multicolinearidade



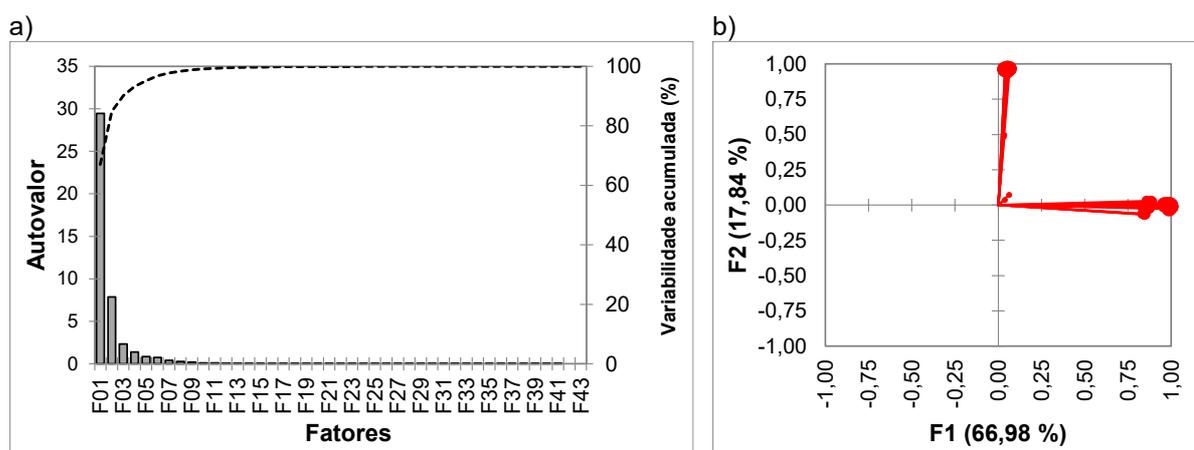
Assim, das 44 variáveis utilizadas para construção do índice nenhuma ficou abaixo do nível de $r^2=0,90$. Contudo, os valores de tolerância mostram oscilações maiores no indicador de saúde-doença, especialmente, nas variáveis de tabagismo e diabetes (Figura 3a e 3b). Essa correlação indica baixos níveis de explicação dentro da matriz, por outro lado, são aspectos associados a complicações da COVID-19 e por isso não foram excluídas da composição final.

A Figura 3a apresenta os fatores, os autovalores e a variabilidade acumulada da matriz de correlação obtidas como resultado da ACP. A relevância dos resultados indica que a suscetibilidade em Santa Catarina é explicada na síntese total por uma variância de 84,82% da matriz, compondo uma combinação entre a primeira e a segunda componente, que apresentam 66,98% e 17,84% de contribuição, respectivamente.

A Figura 3b apresenta a correlação das variáveis e dos fatores das duas componentes principais. A representação gráfica permite visualizar que quanto mais próximo do centro, no ponto perpendicular,

menor é a correlação, nesse caso as variáveis associadas à tabagismo são as que apresentaram os resultados menos significativos. De outro modo, os pontos mais próximos de 1 ou -1 estão com os maiores níveis de correlação. É possível destacar que as duas componentes apresentam seus vetores no quadrante positivo do eixo, indicando relações de proporção entre variáveis e fatores.

Figura 3 - Fatores, autovalores e variabilidade acumulada das componentes principais do ISCOVID (a); Correlações entre as variáveis e fatores (b)



Deste modo, como as componentes 1 e 2 são responsáveis pela quase totalidade da variância total, elas devem ser suficientes para extrair grande parte da explicação sobre a estrutura e organização da suscetibilidade à COVID-19 em Santa Catarina.

Sobre este aspecto, a contribuição da primeira componente principal é representada pelas cargas fatoriais positivas e muito altas, principalmente, na dimensão dos indicadores de residentes e de riqueza material. Nestes indicadores as cargas estão em grande parte acima de 0,831 (a menor observada é relativa à variável de total de internações para neoplasias). A maior carga fatorial observada (0,998) é relativa à variável de população masculina entre 60 e 64 anos de idade, seguida da população com idade entre 55 e 59 anos (Quadro 2, 3ª coluna) no conjunto de indicadores de residentes.

No que tange ao indicador de riqueza material são as variáveis de abastecimento de água e de bens duráveis as mais relevantes (0,960), enquanto os domicílios de madeira aparelhada com tipo de revestimento, representam a menor carga fatorial (0,860). Essa situação indica que, em termos de suscetibilidade à COVID-19, as condições de êxito nos processos de confinamento e de isolamento social são relativas à infraestrutura dos municípios, do status social e da qualidade da moradia.

Na primeira componente, as menores cargas fatoriais são em parte observadas dos indicadores do processo saúde-doença. Neste caso, as cargas mais altas contemplam variáveis associadas somente às internações por obesidade, neoplasias e HIV, enquanto as menores que contemplam quase a totalidade do indicador combinam tuberculose, tabagismo, hipertensão e as diabetes 1 e 2.

Com base nestes valores, infere-se que a componente principal que estrutura a suscetibilidade à COVID-19 em Santa Catarina, em primeiro lugar, está associada à **População em Risco**. Neste sentido, o conjunto potencial de propensão do grupo social frente à doença relaciona-se com os perfis populacionais mais letais, que de acordo com os boletins epidemiológicos divulgados pela Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina (SES/SC) até primeiro de maio de 2020, são de homens, compondo um total de 29 mortes em um universo de 50 óbitos, ou seja, 58%, sendo que 35 dos 50 óbitos são de pacientes com mais de 60 anos, entre homens e mulheres.

Quadro 2 - Resultados obtidos após a aplicação do teste de ACP

Indicadores	Variáveis	1ª Componente (carga fatorial)	2ª Componente (carga fatorial)
Residentes	Pop_total	0,993	-0,005
	Pop50_54M	0,994	-0,010
	Pop55_59M	0,996	-0,010
	Pop60_64M	0,998**	-0,008
	Pop65_69M	0,995	-0,003
	Pop70_74M	0,995	-0,006
	Pop75_79M	0,995	0,000
	Pop80M	0,991	-0,006
	Pop50_54F	0,997	-0,012
	Pop55_59F	0,998	-0,012
	Pop60_64F	0,997	-0,012
	Pop65_69F	0,997	-0,006
	Pop70_74F	0,996	-0,008
	Pop75_79F	0,996	-0,010
Pop80F	0,992	-0,014	
Riqueza material	Fone	0,990	-0,027
	Bens	0,996	-0,008
	H2O	0,996	-0,008
	Dom1	0,990	-0,020
	Dom2	0,990	-0,003
	Dom3	0,982	-0,004
	Dom4+	0,985	0,003
	ALV	0,990	-0,017
	ALVS	0,963	0,000
	MAD	0,860	0,028
	MADA	0,884	0,019
Saúde-doença	TUB_Masc	0,035	0,495
	TUB_Fem	0,031	0,482
	TAB_Masc	0,062	0,072
	TAB_Fem	0,038	0,036
	OB_Masc	0,842	-0,064
	OB_Fem	0,847	-0,068
	NEO_Masc	0,831	-0,009
	NEO_Fem	0,871	-0,020
	HIV_Masc	0,852	-0,067
	HIV_Fem	0,836	-0,062
	HIPE_Masc	0,041	0,953
	HIPE_Fem	0,040	0,952
	HI_DIA_Mas	0,046	0,961
	HI_DIA_Fem	0,054	0,943
	DIAB2_Masc	0,038	0,960
	DIAB2_Fem	0,051	0,966
DIAB1_Masc	0,056	0,966**	
DIAB1_Fem	0,065	0,965	

*Autovalores e variabilidade explicativa das componentes principais utilizadas para composição do índice;

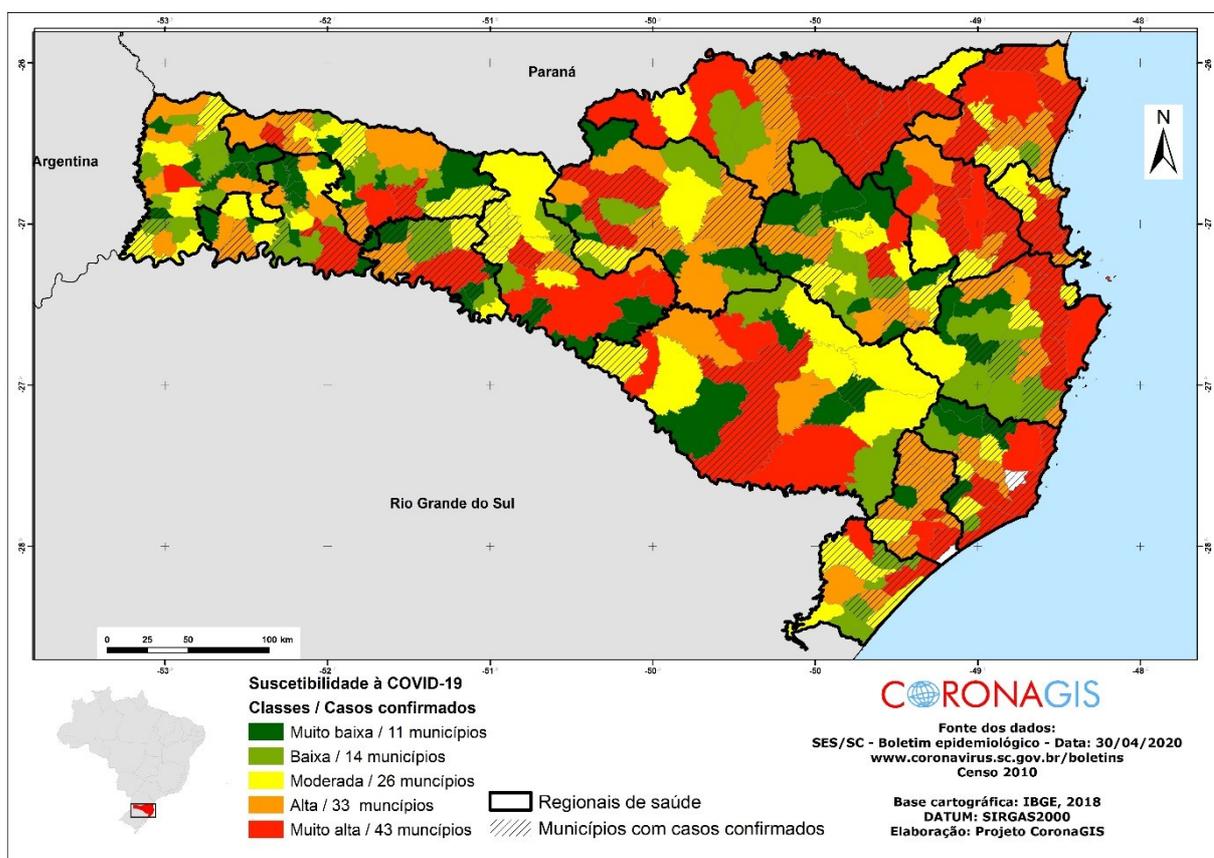
** Maiores cargas fatoriais obtidas no universo de cada componente principal.

Cargas fatoriais inversamente proporcionais à primeira componente foram obtidas na segunda componente (Quadro 2, 4ª coluna), quando revelou o indicador de processo saúde - doença com os maiores valores de variância explicativa. Pelo conjunto de variáveis dominantes, a segunda componente da suscetibilidade à COVID-19 dos municípios catarinenses acompanha às definições mais recorrentes dos **Fatores de Risco**.

Deste grupo, as variáveis associadas ao sexo masculino e internações à tuberculose, hipertensão e as diabetes formam as maiores cargas fatoriais observadas, sendo as internações de Diabetes Tipo 1 para os homens (0,966), e Diabetes Tipo 2 para as mulheres (0,966) as mais explicativas. A menor carga fatorial é 0,942 da variável que une internações de mulheres por hipertensão e diabetes.

De forma sintetizada a suscetibilidade à COVID-19 em Santa Catarina é o resultado da combinação da população em risco com os fatores de risco à doença, e seu índice, quando espacializado, apresenta tendência bastante dispersa, sendo que os valores mais altos (que indicam alta suscetibilidade) são observados em Florianópolis (a primeira do ranking), Joinville, Blumenau, Faxinal dos Guedes, Lages, São José, Biguaçu, Chapecó, Criciúma, Jaraguá do Sul, Itajaí e Tubarão. Destaca-se que, além deste conjunto, os municípios que apresentam casos confirmados, Balneário Camboriú, Camboriú, Concórdia, Brusque, Navegantes, Ibirama, São Miguel do Oeste e Araranguá foram classificados com ISCOVID muito alto (Figura 4).

Figura 4 - Mapa da Suscetibilidade à COVID-19 em Santa Catarina



Além disso, os municípios de Curitibaanos, Campos Novos, Morro Grande, São Joaquim, Benedito Novo, Imaruí, São Miguel do Oeste, Capinzal, Brunópolis, Canoinhas, Ibirama, Porto União, Xanxerê,

Cerro Negro, Lacerdópolis e Corupá formam o conjunto de municípios que ainda não haviam registrado casos confirmados da COVID-19 até primeiro de maio, mas apresentam parâmetros de alta suscetibilidade à doença. Porém, Benedito Novo, São Miguel do Oeste, Canoinhas, Porto União e Xanxerê, em sete de maio, já apresentavam, pelo menos, um caso confirmado. De outro modo, os menores ISCOVID classificados com muito baixa suscetibilidade foram detectados nos municípios de Flor do Sertão, Jardinópolis, Santiago do Sul, Barra Bonita, Presidente Nereu Ramos, Presidente Castello Branco, Coronel Martins, Santa Helena, São Miguel da Boa Vista, Santa Rosa de Lima e Paial.

No entanto, a baixa suscetibilidade não significa inexistência da doença, e não isenta os municípios da contaminação. Esta situação pode ser exemplificada nos municípios de Santa Helena, Rio Rufino, Tigrinhos, Xavantina, Irati, São Martinho, Rancho Queimado, Zortéa, Peritiba, Pedras Grandes e Presidente Castello Branco que, mesmo com baixos índices, apresentam ocorrência da doença. Parte da explicação pode ser associada aos contextos locais, conforme divulgado nas mídias. Em Rancho Queimado, os casos se referem a um casal que teve a doença confirmada em 14 de março (um homem de 65 anos e uma mulher de 59) com histórico de viagem recente à Itália, mas receberam tratamento domiciliar e não apresentavam comorbidades (BOLETIM-SC, 2020).

No caso de Irati a paciente com 75 anos deu entrada no Hospital São Bernardo, em Quilombo/SC, no dia 26 de março e, segundo a nota da prefeitura, a mulher "[...] é portadora de problemas respiratórios e havia voltado de um cruzeiro" (IRATI, 2020). Em Rio Rufino o caso confirmado é de um homem de 63 anos, que foi internado no Hospital Nossa Senhora dos Prazeres (HNSP), em Lages, no dia 03/04/2020, e não teria histórico de viagem no mês de março e a origem da infecção ainda é desconhecida (BOLETIM-SC, 2020). Essas inferências possibilitam avaliar que o ISCOVID é mais representativo para fase de transmissão comunitária do vírus, uma vez que, é possível identificar o lugar da infecção, mas não a sua origem.

Em síntese, dos 293 municípios analisados e que apresentaram casos confirmados da doença, 15% (43) foram classificados com suscetibilidade muito alta; 11% (33) nas classes de alta suscetibilidade; 9% (26) na classe moderada; 5% (14) e 4% (11) nas classes de suscetibilidade baixa e muito baixa. Destaca-se que, nesse período a taxa de infecção no Estado não passava de 43%, e por isso a indicação dos municípios propensos à identificação da doença já indica o caráter e a tendência de aumento da difusão espacial no Estado, e a dimensão da previsibilidade incorporada no índice.

De outra forma, parte dessa avaliação pode ser observada também na Tabela 2 que apresenta os resultados da aplicação dos testes de correlação linear entre as variáveis ISCOVID e o número de casos por municípios. Correlações são estatisticamente significativas, mas são fracas quando submetidas aos parâmetros dos coeficientes de Kendall e Spearman, e fortes em Pearson e na multicolinearidade.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação obtidos da variáveis ISCOVID e número de casos

Testes	Kendall	Spearman	Pearson	Múltipla
Coefficiente de correlação	0,374	0,487	0,754	0,754
P-valor	0,000	0,000	< 0,0001	-
Coefficientes de determinação (r^2)	0,140	0,237	0,266	0,794

Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0,05$

No que tange aos coeficientes de determinação, destacam-se os valores significativos obtidos pela multicolinearidade. Neste teste, a relação entre ISCOVID e número de casos possuem relações lineares exatas ou aproximadamente exatas com independência de aproximadamente 80%. Nos testes Pearson, Spearman e Kendall os valores de r^2 não passam de 26%, 23% e 14%, respectivamente.

CONSIDERAÇÕES

A aplicação do ISCOVID, nesta primeira versão, pode ser uma opção viável para análise da suscetibilidade à COVID-19, pois integra em sua estrutura variáveis que dialogam com populações em risco e fatores de risco, e com a similaridade de resultados para os municípios mais infectados.

Em Santa Catarina, a COVID-19 apresenta padrões de difusão diferenciadas por regiões, o que reforça a necessidade de se entender ou disponibilizar informações específicas para os diferentes contextos. Os grupos sociais suscetíveis integram a população masculina entre 60 e 64 anos, que residem em domicílios com abastecimento de água e de bens duráveis, de municípios com importante número de internações por neoplasias e diabetes. Essa definição foi considerada a partir da variância total de 84,82% da matriz de 44 variáveis.

Os municípios mais suscetíveis à doença são Florianópolis, Joinville e Blumenau. Municípios com menores ISCOVID não eliminam a possibilidade de inexistência da doença. Esse argumento é relevante para um nível de 80% de explicação para os municípios com casos confirmados.

No geral, o índice é mais representativo para fase de transmissão comunitária, e por isso, possibilita comparação com outras propostas e a aplicação em universos de análises distintos. Considerando-se para isso, inclusive, unidades espaciais, como, por exemplo, bairros e setores censitários.

Avalia-se que é necessário compor um número maior de variáveis para aumentar o potencial sintético de explicação, bem como as formas de validação. O sentido pode ser orientado a partir da inclusão de outras faixas etárias, associadas às origens étnico - racial, história natural da doença e projeção da difusão espacial. De fato, isso deve aumentar a variabilidade estatística, mas a avaliação do modelo pode ser incorporada com outros patamares de complexidade e estabelecer respostas mais orientadas à decisão e formulação de políticas públicas de saúde, que não exclusivamente dedicadas à COVID-19, mas também para as demais comorbidades agravantes.

REFERÊNCIAS

BOLETIM-SC. Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina. **Boletim Novo Coronavírus**. Disponível em: <http://www.saude.sc.gov.br/coronavirus/boletins.html>. Acesso em: 03. Mai. 2020.

COE-COVID-19. Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública. **Plano de Contingência Nacional para Infecção Humana pelo novo Coronavírus COVID-19**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/13/plano-contingencia-coronavirus-COVID19.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. TABNET. **Epidemiológicas e Morbidade**. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>. Acesso: 26 abr. 2020.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Coronavírus em SC: **Mapas digitais desenvolvidos com apoio da Epagri apresentam vulnerabilidade da população**. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/04/17/coronavirus-em-sc-mapas-digitais-desenvolvidos-com-apoio-da-epagri-apresentam-vulnerabilidade-da-populacao-catarinense/>. Acesso em: 25. Abr. 2020.

FUNDAÇÃO PERSEU ABRAMO. Vulnerabilidade das cidades brasileiras ao coronavírus. **Boletim Territorial**. Disponível em: <https://fpabramo.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Boletim-mensal-analise-conjuntura-45-territorial.pdf>. Acesso em: 25. Abr. 2020.

GUIMARÃES, R. B. Política nacional de saúde, concepções de território e o lugar da vigilância em saúde ambiental. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 4, n. 7, 2008.

GUIMARAES, R. B; RIBEIRO, H. O tratamento cartográfico da informação em saúde do trabalhador. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 577-586, Dec. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2010000400003>

HAIR JR, J. F; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 2005.

IBGE. **Censo demográfico: 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010.

IRATI. **Nota oficial**. Prefeitura de Irati. Disponível em: <https://www.irati.sc.gov.br/>. Acesso em: 25. Abr. 2020.

PONTES, R. J. S; RUFFINO-NETTO, A. Dengue em localidade urbana da região sudeste do Brasil: aspectos epidemiológicos. **Revista de Saúde Pública**, v. 28, p. 218-227, 1994. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101994000300010>

SES/SC. **Boletim Novo Coronavírus – COVID - 19**. Secretaria de Saúde de Santa Catarina. 2020. Disponível em: <http://www.coronavirus.sc.gov.br/>. Acesso 05 maio. 2020.

RADAR COVID-19. **Análise temporal dos casos confirmados de COVID-19**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente. Disponível em: <http://covid19.fct.unesp.br/mapeamento-cartografico/>. Acesso em: 05 mai. 2018.

VARELLA, C. A. A. **Análise de componentes principais**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós-graduação em Agronomia. 2008.