ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Análise e distribuição espacial do potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia da COVID-19 nos municípios do Rio Grande do Sul

Jéssica Mazutti Penso-Campos¹, Eliane Fraga da Silveira², Eduardo Périco³.

Jéssica Mazutti Penso-Campos, Universidade do Vale do Taquari (Univates)

<http://orcid.org/0000-0002-9934-0675> jessica.m.penso@gmail.com (email correspondente)

Eliane Fraga da Silveira, Doutora em Biologia Animal. Professora do PPG em Promoção da Saúde (PPGProsaude) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) email elianefraga3@hotmail.com Eduardo Périco Doutor em Ecologia. Professor do PPG em Ambiente e Desenvolvimento (PPGAD) da Universidade do Vale do Taquari (Univates) e-mail: perico@univates.br

Artigo recebido em 13/06/2020 e aceito em 23/03/2021

RESUMO

A pandemia causada pelo coronavírus disparou a possibilidade da crise em diversos segmentos, sobretudo com a adoção do isolamento social, principal ação para o controle da doença infectocontagiosa, desta forma, o presente estudo justifica-se pela preocupação em relação às tendências do desenvolvimento sustentável no pós-pandemia da COVID-19, no estado do Rio Grande do Sul. A mensuração do grau de sustentabilidade dos municípios segue a tese de que, quanto maior for o grau de sustentabilidade dos municípios, menor o impacto da pandemia, e maiores os recursos para restabelecer o equilíbrio. O objetivo da pesquisa é analisar a distribuição espacial do potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia da COVID-19, nos municípios do Rio Grande do Sul, a fim de gerar um mapa de risco sobre o potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia. Este estudo foi realizado por meio de uma análise ecológica e aplicação do Barômetro da sustentabilidade, posteriormente foi realizada a distribuição e análise espacial por meio do Índice de Moran, que apontou independência espacial para os casos confirmados da doença ($I=0,058$; $p=0,024$) e para os óbitos ($I=0,032$; $p=0,039$), e correlação significativa, embora fraca, para o coeficiente de incidência ($I=0,234$; $p=0,001$). A espacialidade não explica a distribuição de casos e de óbitos, porém, quando levado em consideração o porte populacional dos municípios, em relação ao número de casos, expresso pelo coeficiente de incidência, a agregação espacial ganha mérito. Foi possível estimar o potencial para a sustentabilidade dos municípios, e gerar o mapa de risco do potencial para a sustentabilidade, no pós-pandemia da COVID-19, para os municípios do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Índice de Moran; Barômetro da Sustentabilidade; Índice de Sustentabilidade; coronavírus; Pandemia.

Spatial analysis and distribution of the potential for sustainability in the post-pandemic of COVID-19 in the municipalities of Rio Grande do Sul

ABSTRACT

The pandemic caused by the coronavirus triggered the possibility of the crisis in several segments, especially with the adoption of social isolation, the main action for the control of the infectious disease, therefore, the present study is justified by the concern in relation to the trends of sustainable development in the post-pandemic of COVID-19, in the state of Rio Grande do Sul. Measuring the degree of sustainability of the municipalities follows the thesis that the greater the degree of sustainability of the municipalities, the less the impact of the pandemic, and the greater the resources to restore balance. The objective of the research is to analyze the spatial distribution of the potential for sustainability in the post-pandemic of COVID-19, in the municipalities of Rio Grande do Sul, in order to generate a risk map with less and greater potential for sustainability in the post-pandemic. This study was carried out by means of an ecological analysis and application of the Barometer of sustainability, later the distribution and spatial analysis was carried out by means of the Moran Index. The spatial analysis, performed by calculating the Moran Index, showed significant spatial independence for confirmed cases ($I = 0.058$; $p = 0.024$) and deaths ($I = 0.032$; $p = 0.039$), and a significant, albeit weak, correlation for the incidence coefficient ($I = 0.234$; $p = 0.001$) of COVID-19. Spatiality does not explain the distribution of cases and deaths. However, when taking into account the population size of the municipalities, in relation to the number of cases, expressed by the incidence coefficient, the spatial aggregation gains merit. The potential for sustainability was estimated and the risk map of the potential for sustainability was generated, in the post-pandemic of COVID-19, for the municipalities of Rio Grande do Sul.

Keywords: Moran index; Sustainability Barometer; Sustainability Index; coronavirus; Pandemic.

Introdução

Na segunda semana de dezembro de 2019, uma infecção viral desconhecida, inicialmente definida como um surto de pneumonia, foi identificada na população que frequentou um pequeno mercado local de peixes e animais selvagens, na cidade de Wuhan, província de Hubei, na China. A partir desta população, a evolução do número de casos infectados foi rápida, sendo registrados casos em todo o país (Gorbalenya et al., 2020; Chih-Cheng et al., 2020; Lu et al., 2020). Os pacientes foram diagnosticados com sintomas graves de infecção respiratória aguda, e outros com a síndrome do desconforto respiratório agudo, com importantes taxas de insuficiência respiratória e outras complicações graves, levando pacientes à morte (Gorbalenya et al., 2020; Chih-Cheng et al., 2020; Lu et al., 2020). Pesquisadores do Centro Chinês para Controle e Prevenção de Doenças (CCDC) identificaram então, que se tratava de um novo beta-coronavírus, intitulado 2019-nCoV (Gorbalenya et al., 2020; Chih-Cheng et al., 2020; Lu et al., 2020; Xie, Chen, 2020). Em 11 de fevereiro de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) anunciou um nome novo para a doença, o COVID-19. O vírus ficou conhecido como Sars-CoV-2 que significa “síndrome respiratória aguda grave – coronavírus 2” e a doença resultante foi denominada de COVID-19 (Gorbalenya et al., 2020). O coronavírus pertence à subfamília Orthocoronavirinae, da família de Coronaviridae, da ordem Nidovirales, que causa principalmente infecções no trato respiratório e gastrointestinal (Xie, Chen, 2020; Chih-Cheng et al., 2020). O genoma da COVID-19 é similar ao que ocasionou a síndrome respiratória aguda grave por coronavírus (SARS-CoV) e a síndrome respiratória do Oriente Médio por coronavírus (MERS-CoV),

Esta similaridade molecular encontrada entre estes vírus e alguns vírus hospedados em morcegos, indicam a origem da contaminação. Estudos apontam que os vírus, SARS-CoV e o MERS-CoV, já foram transmitidos dos morcegos para outras espécies de mamíferos, por exemplo, para *Paradoxurus hermaphroditus* (Viverridae), conhecida como, civeta-de-palmeira-asiática, espécie nativa do Sul e Sudeste da Ásia. Outra espécie que teve o registro do vírus foi *Camelus dromedarius* (Camelidae), conhecida como dromedários, espécie nativa da região nordeste da África e da parte ocidental da Ásia. Esta relação entre as espécies de mamíferos e o vírus, sugere que deveria haver um animal, hospedeiro

intermediário ou de elo, entre o morcego e o humano, que tenha permitido a transferência e a adaptação do vírus para o humano e, como consequência, um vírus de contágio rápido, ocasionando a atual pandemia (Xie, Chen, 2020).

Uma das teorias propostas, indica os pangolins, como possível hospedeiro intermediário, elo para passagem do vírus. Os pangolins são animais da ordem Pholidota, pequenos mamíferos, semelhantes aos tatus por possuírem escamas no corpo e hábito de se enrolar, vivem em zonas tropicais da Ásia e da África (Lam et al., 2020). Há relatos de outros possíveis hospedeiros intermediários, e estudos têm sido desenvolvido para maior compreensão acerca do processo de transmissão (Xie, Chen, 2020).

Atualmente, pode ser considerado como terceiro surto por coronavírus zoonótico e, ao longo nas duas primeiras décadas do século XXI, a mutação do vírus permitiu que ocorresse a transmissão de humano para humano, levantando preocupações globais de saúde em todos os continentes (Xie, Chen, 2020). Em 2003, um surto de síndrome respiratória aguda grave por coronavírus (SARS-CoV) começou na China, e se espalhou para outros países. Um total de 8098 casos em cerca de 37 países apontou para o diagnóstico provável de SARS-CoV, resultando em 775 mortes (taxa de mortalidade entre 10 a 12%). Foram relatados 1621 casos de MERS-CoV, resultando em 584 mortes (taxa de mortalidade em 36%). O MERS ainda se manifesta esporadicamente em vários países (El-Aziz, Stockand, 2020).

A OMS declarou o novo surto de coronavírus como uma pandemia global em março de 2020. No dia 11 do mesmo mês, foram confirmados 80.955 casos da doença na China, com 3.162 mortes. Em nível mundial, foram 37.364 casos confirmados, com 1.130 mortes em cerca de 113 países (WHO, 2020). Segundo a OMS, até abril de 2020 - momento da escrita deste artigo, os Estados Unidos possuíam o maior número de casos de COVID-19, com 588.465 casos confirmados e 23.711 mortes, com taxa de mortalidade de 4,02% (El-Aziz, Stockand, 2020; WHO, 2020).

Nos Estados Unidos, o primeiro caso de transmissão foi relatado no dia 30 de janeiro de 2020, e, em abril de 2020, 50 estados relataram casos de COVID-19. Entretanto, outros países também registram índices alarmantes: Espanha (172.541 casos, 18.056 mortes, taxa de mortalidade

de 10,5%), Itália (159.516 casos, 20.465 mortes, taxa de mortalidade de 12,8%), França (136.779 casos, 14.967 mortes, taxa de mortalidade de 10,9%), Alemanha (130.694 casos, 3.261 mortes, taxa de mortalidade de 2,5%) e Reino Unido (93.873 casos, 10.107 mortes, taxa de mortalidade de 10,7%) (El-Aziz, Stockand, 2020; WHO, 2020). Em 14 de abril de 2020, 1.948.617 pessoas, de 210 países, já tinham sido contaminadas, ocasionando aproximadamente, 121.846 óbitos (El-Aziz, Stockand, 2020).

O COVID-19 é de rápida reprodução, com longo período de incubação e curto intervalo serial, estimado em 7,5 dias (IC 95%, 5,3 a 19 dias), quando comparado a SARS-CoV e a MERS-CoV (Xie, Chen, 2020). O intervalo serial do COVID-19 é definido como a duração do tempo entre um paciente-caso primário (infectante) com início dos sintomas e um paciente-caso secundário (infectado) com início dos sintomas. Essa análise é importante para determinar o número de reprodução do vírus e a expansão da doença.

O estudo de revisão de Xie e Chen (2020) estima o coeficiente bruto de mortalidade da COVID-19, entre 1,4% e 3,06%, sendo maior em pacientes com comorbidades (Xie, Chen, 2020), embora outros estudos indicam um quantitativo maior (WHO, 2020). A rápida disseminação da doença tornou-se uma ameaça global (Xie, Chen, 2020; Chih-Cheng et al., 2020). Dois fatores podem ser relacionados para descrever a eficiente globalização do vírus: a alta taxa de transmissão do vírus e a mobilidade humana, neste caso, viagens internacionais permitiram a expansão do vírus e da doença em uma escala mundial, gerando a atual pandemia (Biscayart et al., 2020).

A OMS recomenda ações para controle da pandemia, a fim de reduzir o risco de infecções respiratórias agudas. As práticas estão voltadas ao isolamento social, evitando o contato próximo com pessoas que sofrem de infecções respiratórias agudas, a lavagem de mãos com frequência, e, para as pessoas que apresentam sintomas de infecção respiratória aguda, devem manter distância da coletividade, cobrir a boca para tossir ou espirrar, utilizando máscara de tecido descartável (WHO, 2020; Chih-Cheng et al., 2020). O coronavírus pode ser inativado funcionalmente através do uso de etanol (70%), éter (75%) e desinfetantes contendo cloro (El-Aziz, Stockand, 2020). Não há medicamentos antivirais específicos disponíveis para o tratamento do COVID-19 (El-Aziz, Stockand, 2020; Xie, Chen, 2020), os fármacos potenciais incluem remdesivir, cloroquina, tocilizumabe, além disso, uso de plasma

convalescente e imunização por vacina (Xie, Chen, 2020). As medidas de prevenção e controle devem ser seguidas, uma vez que o vírus continua se espalhando de forma rápida e eficiente, levando ao acometimento pela doença (El-Aziz, Stockand, 2020).

Desenvolvimento sustentável

O termo “desenvolvimento sustentável” é bastante holístico, equilibrado sobre três pilares fundamentais, com pesos equivalentes: o econômico, o social e o ambiental. O conceito ampliado de sustentabilidade foi apresentado por John Elkington, muito discutido na literatura e utilizado na visão das empresas de caráter sustentável, e traz à reflexão sobre o equilíbrio entre a prosperidade econômica, a qualidade ambiental e a justiça social (Elkington, 1997). Para representar esta relação, o autor elaborou o modelo *Triple Bottom Line*, também conhecido no inglês por “3P” (*People, Planet e Profit*) (Elkington, 1994).

O pilar econômico tem por objetivo a criação de empreendimentos viáveis, atrativos e lucrativos, enquanto que o pilar ambiental direciona para a análise da interação dos processos de produção com o meio ambiente, a fim de evitar danos ao ecossistema, e promover a segurança ambiental para as futuras gerações. O pilar social propõe o desenvolvimento e estabelecimento de ações justas para os atores sociais envolvidos (Elkington, 1997).

A interseção entre os três pilares, de forma equilibrada, ou seja, proporcionando o mesmo valor sobre cada um deles, a fim de evitar o *déficit* em algum, ou uma vantagem maior em outro, resulta no alcance da sustentabilidade (Elkington, 1997). É comum o equívoco em pensar no desenvolvimento, ou no progresso, de forma unilateral. Um bom exemplo disso é a discussão sobre o isolamento social recorrente da pandemia da COVID-19, na qual, ambientalistas discutem os aspectos positivos ao meio ambiente, devido ao isolamento social, que resultou na interrupção/diminuição das atividades das indústrias e de produção de bens de consumo, diminuindo os níveis de poluição no período da quarentena (Paital et al., 2020; Saadat et al., 2020). Nas redes sociais circulam mensagens que chamaram o evento de “descanso do planeta Terra”. Outros profissionais destacam que esse período ocasionou diminuição de recursos financeiros para investir em tecnologias limpas e

sustentáveis¹. Psiquiatras e psicólogos discutem os problemas mentais e coletivos do isolamento social (Brooks et al., 2020; Nicola et al., 2020). A redução de recursos financeiros, relacionado ao isolamento social, pode ser um dos determinantes para o suicídio (Sang-Uk et al., 2020). Autoridades políticas e a população, de forma geral, têm a preocupação sobre o impacto econômico durante e pós-pandemia (Nicola et al., 2020; Saadat et al., 2020). Discussões unilaterais sobre proteger a vida humana (a favor do isolamento social) ou o capital econômico (contra o isolamento social) pareciam estar se estabelecendo.

O Rio Grande do Sul apresenta problemas relacionados à saúde (Farias-Antunez et al., 2018; Carneiro et al., 2018; Machado et al., 2018; Bueno, Lopes, 2018; Lentz et al., 2018), à economia (Pontes e Lima, 2018; Pochmann, 2018), à educação (Silva, 2016), ao potencial poluidor industrial² (Gómez et al., 2017), ao percentual de áreas antropizadas (Callegaro et al., 2017; Echer et al., 2016), aos veículos³ e à coleta de resíduos e destino sanitário⁴. É notória a necessidade de avaliação e de implantação e implementação de políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento sustentável.

O conceito ampliado de sustentabilidade nos ensina que a visão unilateral, representada pela ação de defender ou de colocar maior valor sobre um dos pilares (econômico, social ou ambiental), em relação aos outros dois, ocasiona um desequilíbrio ao desenvolvimento sustentável. Em relação à saúde humana, ocorre da mesma forma, principalmente pela discussão do conceito ampliado de saúde, realizado na VIII Conferência Nacional de Saúde⁵, que declarou que “saúde” é o resultante de condições ambientais, econômicas e sociais, entre outros aspectos.

O presente estudo justifica-se pelas decisões em relação às tendências do desenvolvimento sustentável pós-pandemia da

COVID-19, no estado do Rio Grande do Sul. A mensuração do grau de sustentabilidade dos municípios segue a tese de que, quanto maior for o grau de sustentabilidade dos municípios, menor o impacto da pandemia, e maiores os recursos para restabelecer o equilíbrio das dimensões: econômico, social e ambiental pós-pandemia.

O objetivo desse estudo foi analisar a distribuição espacial do potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia do COVID-19, nos municípios do Rio Grande do Sul, a fim de gerar um mapa de risco sobre os municípios, com menor e maior potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia.

Material e métodos

O estudo abrange os municípios do Rio Grande do Sul que apresentaram casos confirmados de infecção pela COVID-19, entre o período de 09 de março de 2020 (data do primeiro caso confirmado) a 28 de abril de 2020 (data da coleta de dados). Para esses municípios, foi mensurado o grau de sustentabilidade, através do instrumento Barômetro da Sustentabilidade, seguindo o protocolo da *The World Conservation Union* (IUCN), intitulado *Resource Kit For Sustainability Assessment* (Guijt, 2001), adaptado para o estudo.

Os dados sobre a COVID-19 foram coletados no site da Secretaria da Saúde do estado do Rio Grande do Sul⁶ e apresentam os seguintes indicadores: casos confirmados de COVID-19 por município, óbitos confirmados de COVID-19 por município e índice de incidência de COVID-19 (para cada 100 mil habitantes) por município. Os dados foram coletados no dia 28 de abril de 2020, às 20h. Faz parte da amostra, todos os casos confirmados no Estado, desde o primeiro, até os publicados no dia da coleta. O primeiro caso de COVID-19 no Rio Grande do Sul foi notificado dia 29 de fevereiro e confirmado no dia 09 de março de

¹ CNBC, 2020. Coronavirus could weaken climate change action and hit clean energy investment, researchers warn. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2020/03/13/coronavirus-could-weaken-climate-change-action-hit-clean-energy.html>. Acesso: 07 mar. 2020.

² Rublescki, A., 2020. FEE disponibiliza dados sobre o potencial poluidor da indústria de transformação e extrativa. Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser (FEE). Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/noticias/aplicativo-da-fee-disponibiliza-dados-sobre-o-potencial-poluidor-da-industria-de-transformacao-e-extrativa-do-rs/>. Acesso: 07 mar. 2020.

³ Dal-Mago, V.C., Bianchin, L.S., Berghetti, M., Seidel,

D.J., 2017. O futuro do trânsito no Rio Grande do Sul: uma análise do aumento da frota de veículos versus o crescimento populacional. In: XXIV Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica. Anais... Rio Grande.

⁴ Pessoa, M.L., 2017. Saneamento no RS. Atlas FEE. Disponível em: <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/saneamento/>. Acesso em: 04 mar. 2020.

⁵ Brasil, 2020. Ministério da Saúde. As cartas da promoção da saúde.

⁶ Rio Grande do Sul, 2020. Secretaria da Saúde. COVID-19: confirmados – Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>. Acesso: 07 mar. 2020.

2020, desde então, o Estado apresenta a tendência de aumento nas confirmações de infecção pela doença⁶.

O grau de sustentabilidade foi analisado em relação aos casos confirmados do COVID-19, a fim de identificar os municípios com maior potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia. Foi criado um mapa de risco, do potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia do COVID-19, nos municípios do Rio Grande do Sul, e usado o Índice de Moran para entender se existe relação espacial sobre os casos de COVID-19 e o potencial de sustentabilidade no pós-pandemia, para os municípios acometidos.

Área do estudo

O estado do Rio Grande do Sul é uma das 27 unidades federativas do País, situado no extremo sul, apresentando limites geográficos com o estado de Santa Catarina ao norte, a Argentina ao oeste, Uruguai ao sul e o Oceano Atlântico ao leste. A população estimada no ano de 2018 foi de 11.329.605 habitantes, e o censo mais recente, que ocorreu em 2010, apontou para 10.693.929 habitantes. A área territorial é de 281.731,445 km², resultando na densidade demográfica de 37,96 hab./km². Registraram-se 1.323.307 matrículas no ensino fundamental nas 6.052 escolas e 347.637 matrículas no ensino médio em 1.510 escolas, em 2017 (IBGE, 2020a).

O Estado possui 497 municípios, apresenta três grandes bacias hidrográficas: Guaíba, Litoral e Uruguai. O relevo é caracterizado por uma extensa baixada, tendo ao norte por um planalto, o clima é subtropical e a economia fundamentada na agricultura (principalmente com o cultivo de soja, trigo, arroz e milho), pecuária e indústria (especialmente ligada ao couro/calçados, alimentícia, têxtil, madeireira, metalúrgica e química) (IBGE, 2020a).

O rendimento mensal domiciliar *per capita* foi estimado em R\$ 1.635,00, com 67,6% da população com idade igual ou acima aos 16 anos em trabalho formal no ano de 2016, aumentando para 70,9 % em 2017 e rendimento médio é de R\$ 2.427,00. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no ano censitário foi de 0.746 (2010), apontando para um alto patamar e o total de veículos, no ano de 2016, foi de 6.650.259 (IBGE, 2020a).

A capital do estado é a cidade de Porto Alegre, com população estimada em 1.479.101 habitantes no ano de 2018, população censitária

(2010) de 1.409.351 habitantes, área da unidade territorial em 496,682 km² e densidade demográfica de 2.837,53 hab./km² (2010). O salário médio mensal dos trabalhadores formais na capital é estimado em 4,1 salários mínimos, integrando 55,4 % da população ocupada em 2016 e 25,6 % da população possuía, no período de levantamento do IBGE, rendimento médio mensal per capita de até meio salário mínimo (IBGE, 2020a).

A economia da capital contou com PIB per capita de R\$ 46.122,79 em 2015, com 38,8% das receitas oriundas de fontes externas e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em 0.805 em 2010. Foram registrados 201 estabelecimentos de saúde no Sistema Único de Saúde (2009), mortalidade infantil para 9,75 óbitos por mil nascidos vivos (2014), 0,7 internações por diarreia (por mil habitantes) em 2016 e esgotamento sanitário adequado em 93% (2010). A arborização de vias públicas na capital foi de 82,7% e a urbanização de vias públicas em 69,4 % (em 2010) (IBGE, 2020a).

O Estado contempla dois biomas, Mata Atlântica e Pampa, dos quais derivam distintos ecossistemas, cada qual caracterizado por singularidades relacionadas ao clima, solo e relevo, ou seja, possui uma biodiversidade local única com espécies endêmicas (IBGE, 2020b).

O bioma Mata Atlântica, tipificado pela existência prevalecente de vegetação florestal, estende-se por cerca de 37% do território estadual, abrangendo a metade norte do território, apesar de possuir 7,5% de áreas remanescentes, devido à antropização e fragmentação, embora aproximadamente 2.931.900 hectares das áreas remanescentes encontram-se protegidas desde 1993, instituindo-se a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul (IBGE, 2020b).

O Bioma Pampa, que também recebe a designação de Campos do Sul ou Campos Sulinos, restringe-se nacionalmente ao estado do Rio Grande do Sul, ocupando aproximadamente 63% do território. Caracteriza-se por um conjunto de vegetação de campo em relevo, predominante de planície, com alto grau de diversidade de fauna e flora (IBGE, 2020b).

O Brasil tem como característica o elevado número de municípios de pequeno porte, os dados apontam que em 2010, 60% dos municípios brasileiros contavam com população igual ou inferior a 15.000 habitantes. O cenário do estado do Rio Grande do Sul é semelhante, cerca de 75% dos

municípios apresentavam menos de 15.000 habitante (IBGE, 2020a).

Barômetro da Sustentabilidade

O instrumento Barômetro da Sustentabilidade foi desenvolvido por uma equipe de profissionais especializados ligados à IUCN e ao *International Development and Research Centre* (IDRC) e emprega uma combinação de indicadores e seus resultados são apontados através de índices⁷.

Foram seguidas as orientações do protocolo do IUCN, *Resource Kit For Sustainability Assessment* (Guijt, 2001), com as adaptações necessárias para o objetivo do estudo. O primeiro estágio tem como característica a reflexão e a definição do propósito e justificativa, para a mensuração do indicador de sustentabilidade. O segundo estágio pela definição da unidade de análise e das metas relacionadas ao desfecho do indicador de sustentabilidade. O terceiro estágio norteia sobre o esclarecimento das dimensões a serem usadas. O Barômetro da Sustentabilidade considera dois sistemas: o bem-estar humano (social e econômico) e o bem-estar ambiental (situação ambiental e ações antrópicas), considerando que a sustentabilidade se caracteriza pelo equilíbrio entre eles. As dimensões utilizadas na aplicação do método e a origem dos dados estão apresentadas na Tabela 1.

O quarto estágio direciona para a escolha dos indicadores e critérios de desempenho. As variáveis que integram cada dimensão estão apresentadas na Tabela 1. Como critério de desempenho, todas as variáveis serão mensuradas considerando o mesmo peso.

O quinto estágio apresenta as técnicas de recolhimento dos dados e mapeamento dos indicadores. Para o presente estudo, os dados foram coletados e armazenados em planilhas *Excel*. A partir disso, foi calculada a pontuação para cada dimensão e os indicadores foram categorizados

segundo o seu desempenho. A escala de desempenho dos municípios do Rio Grande do Sul segue a analogia da escala de desempenho do Barômetro da Sustentabilidade, categorizadas em cinco intervalos: 1) insustentável, 2) potencialmente insustentável, 3) intermediário, 4) potencialmente sustentável e 5) sustentável.

Foi utilizada a transposição do valor numérico do indicador local para a Escala Barômetro da Sustentabilidade por meio de interpolação linear simples. A Equação 1, representa a transposição de escalas e a relação entre o Desempenho do Indicador (DNx) e a escala do Barômetro da Sustentabilidade (BSx), possibilitando que a Escala de Desempenho (EDC) possua sentido crescente ou decrescente, pois algumas escalas de desempenho seguem a lógica direta, enquanto outras seguem a lógica inversa. Para compreensão do cálculo, “DNx” representa o desempenho do indicador para os municípios com casos confirmados de COVID-19, no Rio Grande do Sul, “a” é limite anterior e “p” o limite superior, do intervalo que contém X.

No sexto estágio é realizada a agregação dos indicadores para cada dimensão, a fim de mensurar o grau de sustentabilidade de cada dimensão. Foram calculadas as médias não ponderadas para cada dimensão, tendo como desfecho o Índice de Bem-Estar Humano (*Human Wellbeing Index – HWI*) e o Índice de Bem-Estar do Ecossistema (*Ecosystem Wellbeing Index – EWI*).

No sétimo estágio é exercida a revisão dos resultados e as considerações sobre possíveis implicações, visando analisar e discutir os resultados obtidos por meio da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. Esse estágio é importante no sentido de possibilitar o desenvolvimento de hipóteses sobre o resultado do grau de sustentabilidade de cada município e pautar ações para tornar o índice mais próximo da sustentabilidade.

⁷ Prescott-Allen, R., 1999. Assessing Progress toward Sustainability: the system assessment method illustrated by the wellbeing of nations; Prescott-Allen, R., 1997. Barometer of Sustainability: measuring and communicating wellbeing and sustainable development; Prescott-Allen, R., 2001. The Barometer of

Sustainability. Disponível em: <http://www.iucn.org/themes/eval/english/barom.htm>. Acesso: 03 mar. 2020; Prescott-Allen, R., 2001. Wellbeing of Nations (The): a country-by-country index of quality of life and the environment.

Equação 1: Representação da fórmula para calcular o grau do Barômetro da Sustentabilidade para os municípios com casos confirmados de COVID-19 no Rio Grande do Sul.

$$Sx = \left\{ \left[\frac{(DNa - DNx)x(BSa - BSp)}{(DNa - DNp)} \right] x (-1) \right\} + BSp$$

Tabela 1: Indicadores que compõem o modelo de Barômetro da Sustentabilidade, segundo dimensão e origem dos dados.

Dimensão	Variável	Origem dos dados
Humana	Cobertura dos serviços de atenção básica à saúde	DATASUS (Brasil, 2020)
	Coefficiente de óbitos por doença circulatória	DATASUS (Brasil, 2020)*
	Coefficiente de óbitos por doença respiratória	
	Coefficiente de óbitos por neoplasia	
	Coefficiente de óbitos por diabetes mellitus	
	Renda média domiciliar <i>per capita</i>	IBGE (2020)
	PIB	
	Coefficiente de Gini	
	Taxa de analfabetismo	
	Idese	FEE (2020)
Ambiental	IDH	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil ⁸ .
	Índice de Potencial Poluidor da Indústria	FEE (2020)
	Coefficiente de veículos em circulação	FEE (2020)**
	Destinação sanitária em rede geral de esgoto ou pluvial ou fossa séptica	DATASUS (Brasil, 2020)
	Coleta de resíduos por serviço de limpeza ou coletado por caçamba de serviço de limpeza	
	Área de floresta em hectares	
	Área de formação natural não florestal em hectares	Mapbiomas (2020)
	Área de agropecuária em hectares	
	Área não vegetada em hectares	
	Área de corpo d'água em hectares	

Legenda: * o número absoluto de óbito por cada uma das causas, para cada município, e calculado o coeficiente de óbitos. Fórmula: Coeficiente de óbito= (número de óbitos por município em 2016/população municipal em 2016) x 1000 habitantes. **Foi coletado o número absoluto de veículos em circulação, para cada município, e calculado o coeficiente. Fórmula: Coeficiente de veículos em circulação= (número de veículos por município em 2016/população municipal em 2016) x 1000 habitantes

⁸ Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – ADHB. IDHm. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>. Acesso em: 04 mar. 2020.

As variáveis oriundas do DATASUS foram migradas através do software *TabWin 32*, onde foi realizado o cálculo dos coeficientes, antes da migração para a planilha *Excel*. Os dados de uso e cobertura do solo foram coletados no Mapbiomas (2020), e exportados para planilha *Excel*, manipulados no *TerraView 4.2.2* e no *ArcGis 10.3*. As variáveis de uso e cobertura do solo, por município, são: floresta, formação natural não florestal, agropecuária, área não vegetada e corpos d'água, todas por hectare, para o ano de 2016. Todas as variáveis foram reunidas em um banco de dados *Excel*, sendo que os valores das linhas representam as informações dos municípios e o das colunas são referentes as variáveis que contemplam o estudo.

O grau de sustentabilidade foi calculado pelo Barômetro da Sustentabilidade, conforme apresentado na adaptação do protocolo *Resource Kit For Sustainability Assessment* (Guijt, 2001). Os resultados foram apresentados em mapas temáticos, a fim de fortalecer a clareza visual das informações resultantes.

Distribuição e análise espacial

Os resultados foram apresentados em tabelas e em mapas temáticos. Os mapas são

representações visuais que possibilitam a compreensão da distribuição geográfica dos eventos, tornando-se importantes ferramentas de gestão da sustentabilidade. Os mapas temáticos foram utilizados para a compreensão da distribuição espacial dos casos confirmados de COVID-19, coeficiente de incidência, óbitos pela doença, e um mapa final de risco, apresentando a distribuição espacial do potencial para a sustentabilidade, no pós-pandemia do COVID-19, nos municípios do Rio Grande do Sul que apresentam casos confirmados.

A análise espacial foi calculada por meio do Índice de Moran Global⁹, usando uma matriz de proximidade espacial de primeira ordem W ($n \times n$) contemplando o conjunto de n áreas $\{A_1, \dots, A_n\}$, do qual cada elemento singular w_{ij} representa uma medida de proximidade entre A_i e A_j . Foi utilizada a contiguidade como estratégia de construção da matriz.

O índice de Moran Global (Equação 2) é uma medida de autocorrelação espacial, cuja hipótese nula é de independência espacial, onde o resultado entre 0 e 1 indica correlação direta, ou seja, o valor do indicador de uma determinada área tende a ser semelhante aos valores dos seus vizinhos, enquanto que, valores entre 0 e -1 indicam correlação inversa.

Equação 2 – Representação do cálculo do Índice de Moran Global.

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \text{ para } i \neq j$$

Sendo que, “I” representa o índice de Moran Global, “n” o número de municípios analisados, “ y_i ” o valor do atributo considerado na área “i”, “ y_j ” o valor do atributo considerado na área “j”, “ $\bar{y}$ ” o valor médio do atributo na região de estudo, “ w_{ij} ” os pesos atribuídos na determinação da matriz de proximidade conforme a conexão entre as áreas “i” e “j”.

A validade estatística do Índice de Moran foi estabelecida a partir de teste de pseudo-significância, onde são geradas diferentes permutações dos valores dos indicadores, sendo que cada permutação gera um novo arranjo espacial. Neste estudo, foi adotada a significância mediante 999 permutações.

⁹ Brasil, 2007. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública. Organização de Simone M. Santos e Reinaldo Souza-Santos.

Brasil, 2007. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. Organização de Simone M. Santos e Wayner V. Souza.

Resultados e discussão

O estudo descritivo aponta para 134 municípios (26,9% do total de municípios) que registraram casos confirmados de COVID-19, no estado do Rio Grande do Sul, totalizando 1.350 casos e 49 óbitos, nos 51 dias entre o primeiro caso confirmado até o momento da coleta de dados, apontando para a média de 26,5 casos por dia. Os municípios com número de casos confirmados, por ordem quantitativa de casos, são: Porto Alegre (441), Passo Fundo (130), Lajeado (63), Marau (57), Caxias do Sul (49), São Leopoldo (41), Bagé (29), Novo Hamburgo (27), Santa Maria (25), Canoas (22), Viamão (21), Gravataí (20), Pelotas (19), Bento Gonçalves (18), Cachoeirinha (17), Garibaldi (14), Carazinho (12), Farroupilha (12), Taquari (12), Venâncio Aires (12), Alvorada (11), Arroio do Meio (11), Carlos Barbosa (11), Serafina Corrêa (11), Sapucaia do Sul (10), Torres (10), Sant'Ana do Livramento (9), Capão da Canoa (7), Encantado (7), Esteio (7), Sapiranga (7), Erechim (6), Estrela (6). Além desses, outros três municípios (2,2%) apresentaram cinco casos, doze municípios (8,9%) apresentaram quatro casos, dez municípios (7,5%) apresentaram três casos, vinte e sete municípios (20,1%) apresentaram dois casos e quarenta e nove municípios (36,6%) apresentaram um caso.

O governo do Rio Grande do Sul publicou no site oficial, que está mobilizado de forma coordenada no combate ao avanço da contaminação pelo COVID-19. Foi publicado o documento “Estratégia Covid-19”¹⁰, integrando as ações realizadas, que tangem desde o plano de contingência hospitalar, até o apoio à população vulnerável. As ações de enfrentamento da doença possuem os seguintes eixos estratégicos: saúde, economia, social e de segurança (pública e sistema prisional) e gabinete de crise, que perpassa os quatro anteriores.

No documento, a orientação era de que as regras relacionadas ao isolamento seriam atualizadas, de acordo com o avanço da doença, porém dando indícios de uma possível ação de distanciamento social controlado, com análise da necessidade de isolamento em relação à ocupação hospitalar e ao avanço da doença por macrorregião.

O distanciamento controlado foi implementado durante o ano de 2020¹¹.

O Decreto nº 55.184, de 15 de abril, havia prorrogado as medidas de distanciamento social até 30 de abril, contudo, os municípios que não fazem parte da Região Metropolitana de Porto Alegre, tinham a liberdade para decidir sobre a reabertura do comércio, de acordo com a situação local (Rio Grande do Sul, 2020).

A Figura 1 demonstra a distribuição espacial dos casos no Rio Grande do Sul e a Figura 2 apresenta a distribuição da incidência de casos. A análise espacial apontou independência espacial significativa para os casos confirmados ($I=0,058$; $p=0,024$) e correlação significativa, embora fraca, para o coeficiente de incidência ($I=0,234$; $p=0,001$) da COVID-19. Ou seja, a espacialidade não se demonstra um fator determinante quando analisado o número absoluto de casos, mas ganha força ao avaliar o coeficiente de incidência, que leva em consideração o quantitativo de habitantes por município, tendo em vista que poucos casos podem representar um coeficiente alto, se o município for de pequeno porte populacional.

Os municípios (22) que registram óbitos foram: Porto Alegre (14), Passo Fundo (11), Lajeado (3), Novo Hamburgo (2), Venâncio Aires (2), Marau (1), São Leopoldo (1), Canoas (1), Gravataí (1), Bento Gonçalves (1), Garibaldi (1), Alvorada (1), Serafina Corrêa (1), Ivoti (1), Vacaria (1), Tramandaí (1), Arroio do Sal (1), Cidreira (1), Dom Pedrito (1), Encruzilhada do Sul (1), Tio Hugo (1) e Tunas (1).

A Figura 3 apresenta a distribuição dos óbitos por COVID-19 no Estado. A análise espacial apontou independência espacial significativa ($I=0,032$; $p=0,039$) para os óbitos confirmados pela COVID-19 no Estado, ou seja, a espacialidade não se demonstra um fator determinante para o local do óbito pela doença.

Os municípios de Porto Alegre, Passo Fundo e Lajeado estão categorizados como núcleo propagador de alta centralidade para a COVID-19, com fundamento na localização geográfica e concentração nas redes de fluxos rodoviários, com tendência para altos índices de mobilidade interurbana e inclinação para maior vulnerabilidade relacionada a circulação de

¹⁰ Rio Grande do Sul. 2020. Estratégia Covid-19. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202004/28170811-200428estrategia-covid-19.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2020.

¹¹ Rio Grande do Sul. 2020. Modelo de Distanciamento Controlado. Disponível em: <https://distanciamentocontrolado.rs.gov.br/>. Acesso em: 16 mar. 2021.

peessoas, muitas vezes de outros municípios, infectadas pela doença (Emer et al., 2020).

O Barômetro da Sustentabilidade foi calculado para os 134 municípios com casos confirmados de COVID-19, no Estado (Tabela 2). A análise descritiva da COVID-19 e do Índice de Sustentabilidade da amostra estudada, está apresentada na Tabela 3.

A partir do cálculo do Índice de Sustentabilidade, os municípios foram categorizados em: baixo potencial para a sustentabilidade e alto potencial para a sustentabilidade, no pós-pandemia do COVID-19. Foram categorizados com baixo potencial para a sustentabilidade aqueles municípios com índice de sustentabilidade entre 40 a 59 graus, apresentando a categoria de “Intermediário” no Barômetro da Sustentabilidade. Foram categorizados com alto potencial para a sustentabilidade aqueles municípios com índice de sustentabilidade entre 60 a 79 graus, apresentando a categoria de “Potencialmente Sustentável” no Barômetro da Sustentabilidade.

O cálculo do Barômetro da Sustentabilidade não apresentou nenhum município com os seguintes graus de sustentabilidade: Insustentável (índice entre 0 a 19 graus), Potencialmente Insustentável (20 a 39 graus) e Sustentável (80 a 100 graus).

O Barômetro da Sustentabilidade possui uma dimensão de análise humana (que gera o índice do bem-estar humano), contemplando variáveis socioeconômicas e de saúde, e uma dimensão de análise ambiental (que resulta no índice de bem-estar ambiental), integrando variáveis ambientais, de uso e cobertura do solo e antropização e de poluição ambiental. Desta forma, a avaliação da sustentabilidade nos municípios com casos de COVID-19 direciona para quais municípios possuem maior potencial para a sustentabilidade, tendo em vista os três pilares da sustentabilidade, no cenário do pós-pandemia.

Isso é importante uma vez que, a rápida disseminação da doença (Xie, Chen, 2020; Chih-Cheng et al., 2020; Biscayart et al., 2020) induziu ao isolamento social em massa (WHO, 2020; Chih-Cheng et al., 2020; Nicola et al., 2020; Saadat et al., 2020), acarretando pausa na produção industrial, que pode impactar significativamente à economia (Nicola et al., 2020; Saadat et al., 2020), os investimentos financeiros em tecnologias limpas

e sustentáveis¹², à saúde mental e coletiva (Brooks et al., 2020; Nicola et al., 2020), sabendo que a crise econômica é um fator para o suicídio (Sang-Uk et al., 2020).

A análise aponta que os municípios com alto potencial para a sustentabilidade (63; 47%) no pós-pandemia do COVID-19, no Estado, são: Carlos Barbosa, Dois Irmãos, Caxias do Sul, Veranópolis, Garibaldi, Triunfo, São Jorge, Salvador do Sul, São Domingos do Sul, Teutônia, Marau, Paraí, Serafina Corrêa, Bento Gonçalves, Harmonia, Charqueadas, Farroupilha, Campinas do Sul, Lajeado, Maratá, Pareci Novo, Campo Bom, Nova Prata, Tupandi, Estrela, Vista Alegre do Prata, Erechim, Porto Alegre, Muçum, Flores da Cunha, Esteio, Arroio do Meio, Estância Velha, Encantado, Vila Maria, Ivoti, Nova Palma, Santa Cruz do Sul, Novo Hamburgo, Sarandi, Nova Bréscia, Feliz, Marcelino Ramos, Getúlio Vargas, Alegrete, Cachoeirinha, Sananduva, Tapejara, Santa Clara do Sul, Anta Gorda, Gravataí, Rolante, Osório, Venâncio Aires, Guaíba, Arroio do Sal, São Sebastião do Caí, Taquara, Horizontina, Sant'Ana do Livramento, Eldorado do Sul, Vacaria e Torres.

Dos municípios que apresentaram alto potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia, vinte e quatro (17,9%) são da macrorregião de saúde Metropolitana, treze (9,7%) da macrorregião Serra, onze (8,2%) da macrorregião Norte, onze (8,2%) da macrorregião Vales, três (2,2%) da macrorregião Centro Oeste e um (0,7%) da macrorregião Missioneira.

O desfecho do elevado grau de sustentabilidade foi similar em outros estudos, que também utilizaram o instrumento Barômetro da Sustentabilidade, como no caso do município de Mojú, estado do Pará (Cardoso et al., 2016), no município de Ribeirão Preto, São Paulo, com variáveis relacionadas à atmosfera (Batalhão et al., 2015) e no município de Taubaté, São Paulo (Oliveira et al., 2015). O instrumento possibilita avaliar o cenário holístico da sustentabilidade, para o planejamento de estratégias de fortalecimento dos pilares econômico, social (Cardoso et al., 2016; Oliveira et al., 2015) e ambiental (Cardoso et al., 2016; Oliveira et al., 2015; Batalhão et al., 2015).

Os municípios com baixo potencial para a sustentabilidade (71; 53%) no pós-pandemia do COVID-19, no Rio Grande do Sul, são: Santiago, Bagé, Tio Hugo, Santa Maria, Sapucaia do Sul,

¹² CNBC, 2020. Coronavirus could weaken climate change action and hit clean energy investment, researchers warn. Disponível em:

<https://www.cnbc.com/2020/03/13/coronavirus-could-weaken-climate-change-action-hit-clean-energy.html>. Acesso: 07 mai. 2020.

Victor Graeff, Não-Me-Toque, Saporanga, Montenegro, Canoas, Pelotas, Colinas, Tucunduva, Três Cachoeiras, São Leopoldo, Ciríaco, Rio Grande, Capão da Canoa, Candiota, Campestre da Serra, Tabai, Santa Rosa, Passo Fundo, Ernestina, Ajuricaba, Santo Antônio da Patrulha, Cruzeiro do Sul, Arvorezinha, Bom Retiro do Sul, Quaraí, Uruguaiana, Piratini, Encruzilhada do Sul, Espumoso, Chapada, Taquari, Minas do Leão, Imbé, Glorinha, Capão do Leão, Arroio dos Ratos, Carazinho, São Gabriel, Rio Pardo, Trindade do Sul, Soledade, Rosário do Sul, Santo Ângelo, Santo Cristo, Alvorada, Xangri-lá, Cruz Alta, Viamão, Cidreira, Santa Bárbara do Sul, Três Palmeiras, Candelária, Derrubadas, Dom Pedrito, Pontão, Camaquã, São Lourenço do Sul, Floriano Peixoto, Tramandaí, Cachoeira do Sul, Cerro Grande do Sul, Canguçu, Nicolau Vergueiro, Ibirapuitã, Tunas e Coronel Bicaco.

Dos municípios que apresentaram baixo potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia, vinte (14,9%) são da macrorregião de saúde Metropolitana, vinte (14,9%) da macrorregião de saúde Norte, nove (6,7%) da macrorregião Sul, oito (5,9%) da macrorregião Vales, sete (5,2%) da macrorregião Missioneira, seis (4,5%) da macrorregião Centro Oeste e um (0,7%) da macrorregião da Serra.

Outros estudos utilizaram o mesmo método de análise da sustentabilidade e também tiveram resultados abaixo das categorias “Sustentável” ou “Potencialmente Sustentável”, indicando maior atenção. Entre eles, um estudo realizado em trinta e nove assentamentos rurais, estado do Pará (Silva e Vieira, 2016), um estudo na mesorregião oeste do Pará, que integra 50 municípios, aplicando a metodologia em dois períodos temporais, no ano de 2000 e no ano de 2010, sendo que no primeiro período apontou para grau potencialmente insustentável e, no segundo, para insustentável, com evolução negativa, chamando a atenção para estratégias rápidas de intervenção¹³. Outro estudo no Pará, realizado na mesorregião do Marajó, que integra 16 municípios, foi descrito como potencialmente insustentável (Quintela et al., 2018).

A Figura 4 apresenta o mapa de risco do potencial para a sustentabilidade, no pós-pandemia do COVID-19, para os municípios do Rio Grande do Sul com casos confirmados. O Índice de Moran apontou correlação espacial significativa, porém fraca ($I=0,20$; $p=0,001$), para o potencial de sustentabilidade dos municípios gaúchos no pós-pandemia.

¹³ Hachmann, F., Rippel, R., 2016. Desenvolvimento e meio ambiente: o Barômetro da Sustentabilidade no Oeste do Paraná 2000-2010. In: VII Congresso de la

Asociación Latinoamericana de Población - XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2016, Anais... Foz do Iguaçu.

Tabela 2: Análise descritiva das variáveis usadas para o cálculo do Barômetro da Sustentabilidade, nos municípios com casos confirmados de COVID-19, Rio Grande do Sul.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana	Coefficiente de variação
Taxa de analfabetismo	0,9	12,2	4,7	2,4	3,9	0,5
Renda média domiciliar <i>per capita</i> (R\$)	466,93	1722,37	828,6	203,2	830,0	0,2
PIB <i>per capita</i> (R\$)	9730,61	215393,6	29606,8	20474,6	25700,9	0,7
Coefficiente de Gini	0,308	0,627	0,5	0,1	0,5	0,1
Idese	0,576	0,892	0,8	0,1	0,8	0,1
IDH	0,637	0,805	0,7	0,0	0,7	0,0
Cobertura dos serviços de atenção básica à saúde	10,1	100	82,0	20,2	86,7	0,2
Coefficiente de mortalidade por doença cardiovascular (por 1.000 habitantes)	0	1,959	0,7	0,3	0,7	0,4
Coefficiente de mortalidade por doença respiratória crônica (por 1.000 habitantes)	0	0,64	0,2	0,1	0,2	0,7
Coefficiente de mortalidade por doença neoplasia (por 1.000 habitantes)	0	1,71	0,8	0,3	0,8	0,4
Coefficiente de mortalidade por diabetes mellitus (por 1.000 habitantes)	0	0,588	0,1	0,1	0,1	0,9
Destinação sanitária (%)	3,7	95,3	63,7	24,6	67,8	0,4
Coleta de resíduos (%)	23,1	99,9	88,3	16,2	95,6	0,2
Índice do potencial poluidor da indústria	0	13,124	0,6	1,7	0,1	2,9
Coefficiente de veículos em circulação (por 1.000 habitantes)	325,13	898,21	627,3	104,3	632,2	0,2
Área de floresta (ha)	24,88	179407,4	16959,4	26309,5	7477,5	1,6
Área de formação natural não vegetal (ha)	0	550559,7	28997,6	80480,8	143,2	2,8
Área de agropecuária (ha)	173,05	298417,4	34002,2	49795,5	14056,2	1,5
Área não vegetada (ha)	18,65	16184,92	1400,1	2086,6	673,6	1,5
Área de corpo de água (ha)	0	35340,06	1871,4	4571,9	230,9	2,4

Tabela 3: Análise descritiva do COVID-19 e do Índice de Sustentabilidade, nos municípios com casos confirmados da doença, Rio Grande do Sul.

		Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana	Coefficiente de variação
COVID-19	Casos confirmados	1	441	10,1	40,1	2,0	4,0
	Óbitos confirmados	1	14	2,2	3,3	1,0	1,5
	Incidência	0,9	141,9	22,2	25,0	13,6	1,1
	Casos suspeitos	1	27	3,6	5,4	1,0	1,5
Índice de sustentabilidade		48.85	67.28	59.6	3.9	59.6	0.1

Figura 1 – Distribuição e análise espacial dos casos confirmados de COVID-19 no Rio Grande do Sul, 2020.

Figura 2 – Distribuição e análise espacial da incidência de COVID-19 no Rio Grande do Sul, 2020.

Figura 3 – Distribuição e análise espacial dos óbitos por COVID-19 no Rio Grande do Sul, 2020.

Figura 4 – Mapa de risco do potencial para a sustentabilidade no pós-pandemia do COVID-19, Rio Grande do Sul, 2020.

Conclusão

Os resultados apresentam a distribuição e a análise espacial do número de casos confirmados, coeficiente de incidência e quantitativo de óbitos pela COVID-19 no Estado. A análise espacial, realizada através do cálculo do Índice de Moran, apontou independência espacial significativa para os casos confirmados ($I=0,058$; $p=0,024$) e de óbitos ($I=0,032$; $p=0,039$), e correlação significativa, embora fraca, para o coeficiente de incidência ($I=0,234$; $p=0,001$) da COVID-19. A espacialidade não explica a distribuição de casos e de óbitos. Porém, quando levado em consideração o porte populacional dos municípios, em relação ao número de casos, expresso pelo coeficiente de incidência, a agregação espacial ganha mérito.

O Barômetro da Sustentabilidade foi calculado para os 134 municípios com casos confirmados de COVID-19, no Estado. A partir do cálculo do Índice de Sustentabilidade, dos municípios, foi estimado o potencial para a sustentabilidade e criado o mapa de risco do potencial para a sustentabilidade, no pós-pandemia do COVID-19, para os municípios do Rio Grande do Sul.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à primeira autora, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através de bolsa para EP (processo: 307303/2019-5).

Referências

- Batalhão, A.C. S., Teixeira, D., Godoi, E.L., 2015. A importância das escalas de desempenho no tema atmosfera na estruturação dos resultados do Barômetro da Sustentabilidade. *Revista Brasileira Multidisciplinar* [online] 18. Disponível em: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2015.v18i2.330>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Biscayart, C., Angeleri, P., Lloveras, S., Chaves, T.D.S.S., Schlagenhauf, P., Rodríguez-Morales, A.J., 2020. The next big threat to global health? 2019 novel coronavirus (2019-nCoV): What advice can we give to travellers? — Interim recommendations January 2020, from the Latin-American Society for Travel Medicine (SLAMVI). *Travel Medicine and Infectious Disease* [online] 33. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101567>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Brasil, 2020. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso: 28 mar. 2020.
- Brooks, S.K., Webster, R.K., Smith, L.E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., Rubin, G.J., 2020. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet* [online] 395. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8). Acesso: 07 mai. 2020.
- Bueno, A.L.M., Lopes, M.J.M., 2018. Rural women and violence: readings of a reality that approaches fiction. *Ambiente & Sociedade* [online] 21. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc170151r1vu18l1ao>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Callegaro, R.M., Araujo, M.M., Longhi, S.J., Andrzejewski, C., Turchetto, F., Gomes, D.R., 2017. Fitossociologia e fatores ecológicos condicionantes da vegetação em uma floresta estacional na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia* [online] 72. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/618/330>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Cardoso, A.S., Toledo, P.M., Vieira, I.C.G., 2016. Barômetro da Sustentabilidade aplicado ao município de Moju, estado do Pará. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* [online] 12. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2129/502>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Carneiro, M.S., Nunes, L.S., David, S.M.M., Dias, C.F., Barth, A.L., Unis, G., 2018. Nontuberculous mycobacterial lung disease in a high tuberculosis incidence setting in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* [online] 44. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1806-37562017000000213>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Chih-Cheng, L., Tzu-Ping, S., Wen-Chien, K., Hung-Jen T., Po-Ren H., 2020. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *International Journal of Antimicrobial Agents* [online] 55. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105924>. Acesso: 07 mai. 2020.

- Echer, R., Cruz, J.A.W., Estrela, C.C., Moreira, M., Gravato, F., 2016. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. *Revista Thema* [online] 12. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.12.2015.4-13.318>. Acesso: 07 mai. 2020.
- El-Aziz, T.M.A., Stockand, J.D., 2020. Recent progress and challenges in drug development against COVID-19 coronavirus (SARS-CoV-2) - an update on the status. *Infection, Genetics and Evolution* [online] 83. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104327>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Elkington, J., 1997. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business 1.
- Elkington, J., 1994. Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium 69, 75.
- Emer, C., Maia, K.P., Santana, P.C., Santana, E.M., Silva, D.G.M., Cosmo, L.G., Assis, A.P.A., Burin, G., Cantor, M., Lemos-Costa, P., Velásquez, V.M., Birskis-Barros, I., Gaiarsa, M.P., Medeiros, L.P., Marquitti, F.M.D., Côrtes, M.C., Dáttilo, W.F., Andreazzi, C.S., Pires, M.M., Melo, D., Migon, E.X.F.G., Raimundo, R.L.G., Guimarães Jr, P., 2020. Vulnerabilidade das microrregiões da Região Sul do Brasil à pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2). *SciELO Preprints* [online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.128>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Farías-Antúnez, S., Lima, N.P., Bierhals, I.O., Gomes, A.P., Vieira, L.S., Tomasi, E., 2018. Disability relating to basic and instrumental activities of daily living: a zopulation-based study with elderly in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, 2014. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* [online] 27. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742018000200005>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Fundação de Economia e Estatística (FEE), 2020. Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/>. Acesso: 04 mar. 2020.
- Gomez, S.T.R., Silva Filho, L.C.P., Passuello, A.C., 2017. Estimativa das cargas de efluentes industriais na bacia hidrográfica Taquari-Antas. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul* [online] 29. Disponível em: <https://revistas.fee.tche.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/3936>. Acesso: 04 mar. 2020.
- Gorbalenya, A.E., Baker, S.C., Baric, R.S., Groot, R.J., Drosten, C., Gulyaeva, A.A., Haagmans, B.L., Lauber, C., Leontovich, A.M., Neuman, B.W., Penzar, D., Perlman, S., Poon, L.L.M., Samborskiy, D., Sidorov, I.A., Sola, I., Ziebuhr, J., 2020. Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: The species and its viruses – a statement of the Coronavirus Study Group. *BioRxiv* [online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2020.02.07.937862>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Guijt, I., Moiseev, A., Prescott-Allen, R., 2001. Resource kit for sustainable assessment 1.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2020a. IBGE estados: Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2020b. Mapa de Biomas e de Vegetação. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Lam, T.T.Y., Shum, M.H.H., Zhu, H.C., Tong, Y.G., Ni, X.B., Liao, Y.S., Wei, W., Cheung, W.Y.M., Li, W.J., Li, L.F., Leung, G.M., Holmes, E.C., Hu, Y.L., Guan, Y., 2020. Identification of 2019-nCoV related coronaviruses in Malayan pangolins in southern China. *BioRxiv* [online]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-020-2169-0>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Lentz, S.A.M., Rivas, P.M., Cardoso, M.R.I., Morales, D.L., Centenaro, F.C., Martins, A.F., 2018. *Bacillus cereus* as the main casual agent of foodborne outbreaks in Southern Brazil: data from 11 years. *Cadernos de Saúde Pública* [online] 34. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00057417>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Lu, H., Stratton, C.W., Tang, Y.W., 2020. Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. *Journal of Medical Virology* [online] 92. Disponível: <https://dx.doi.org/10.1002%2Fjmv.25678>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Machado, A.K.F., Wendt, A., Wehrmeister, F.C., 2018. Sleep problems and associated factors in a rural population of a Southern Brazilian city. *Revista de Saúde Pública* [online] 52. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000260>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Mapbiomas, 2020. Cobertura e uso do solo. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso: 28 abr. 2020.
- Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., Agha, M., Agha, R., 2020. The Socio-Economic Implications of the

- Coronavirus and COVID-19 Pandemic: A Review. International Journal of Surgery [online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.04.018>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Oliveira, E.L., Oliveira, E.A.A.Q., Carniello, M.F., 2015. O Barômetro da Sustentabilidade Aplicado ao Município de Taubaté-SP. Desenvolvimento em Questão [online] 13. Disponível em: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2015.30.230-264>. Acesso: 07 mai. 2020.
- World Health Organization (WHO), 2020. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Situation Report. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10. Acesso: 07 mai. 2020.
- Paital, B., Das, K., Parida, S.K., 2020. Inter nation social lockdown versus medical care against COVID-19, a mild environmental insight with special reference to India. Science of The Total Environment [online] 728. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138914>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Pochmann, M., 2018. Desempenho econômico conjuntural e a situação recente do trabalho no Brasil. NECAT [online] 7. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/necat/article/view/5275/5287>. Acesso: 05 mar. 2020.
- Pontes, R.P.; Lima, J.E., 2018. Índice de Desenvolvimento Econômico das famílias no Rio Grande do Sul: uma abordagem por intermédio da análise multivariada. Revista Estudo & Debate [online] 25. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i1a2018.1655>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Quintela, P.D.A., Toledo, P.M., Vieira, I.C.G., 2018. Desenvolvimento sustentável do Marajó, Pará: uma visão a partir do Barômetro da Sustentabilidade. Novos Cadernos NAEA [online] 21. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v21i1.4891>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Rio Grande do Sul, 2020. Decreto Estadual nº 55.184, de 15 de abril de 2020. Altera o Decreto nº 55.154, de 1º de abril de 2020, que reitera a declaração de estado de calamidade pública em todo o território do Estado do Rio Grande do Sul para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo Coronavírus), e dá outras providências. Disponível em: <https://saude-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202004/16084719-decreto-55-184.pdf>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Saadat, S., Rawtani, D., Hussain, C.M., 2020. Environmental perspective of COVID-19. Science of The Total Environment [online] 728. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138870>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Sang-Uk, L., In-Hwan, O.H., Jin, J., Sungwon, R., 2020. Suicide rates across income levels: Retrospective cohort data on 1 million participants collected between 2003 and 2013 in South Korea. Journal of Epidemiology [online] 27. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.je.2016.06.008>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Silva, D.R.Q., 2016. Exclusão de adolescentes grávidas em escolas do sul do Brasil: uma análise sobre a educação sexual e suas implicações. Revista de Estudos Sociais [online] 57. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7440/res57.2016.06>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Silva, V.C.S., Vieira, I.C.G., 2016. Barômetro da Sustentabilidade aplicado a assentamentos rurais do leste do estado do Pará, Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente [online] 36. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v36i0.39957>. Acesso: 07 mai. 2020.
- Xie, M., Chen, Q., 2020. Insight into 2019 novel coronavirus — An updated interim review and lessons from SARS-CoV and MERS-CoV. International Journal of Infectious Diseases [online] 94. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.071>. Acesso: 07 mai. 2020.