

COVID-19 EM IDOSOS E SUAS IMPLICAÇÕES ATRAVÉS DO ESPAÇO: UMA APLICAÇÃO PARA OS MUNICÍPIOS DE PERNAMBUCO

Jobson Maurilio Alves dos santos¹
Flávia Emília Cavalcante Valença Fernandes²
Rodrigo Gomes de Arruda³
Rosana Alves de Melo⁴

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo averiguar a presença do efeito *spillover* dos casos confirmados da COVID-19 em idosos nos municípios de Pernambuco entre fevereiro e maio de 2020. Para isso, utilizou-se modelos da econometria espacial e controles socioeconômicos destes municípios. Os resultados mostraram que a proximidade geográfica é um dos fatores determinantes das taxas de contaminação da COVID-19 em idosos, indicando que municípios cercados por outros com elevadas taxas de casos confirmados da COVID-19 também sofrem, em média, um aumento na quantidade de casos confirmados. Esses resultados sugerem que deve haver uma maior conscientização da população em regiões com altos índices de contaminação com o objetivo de conter a disseminação do novo coronavírus no espaço.

Palavras-chave: COVID-19, Idosos, *Spillover* Espacial.

INTRODUÇÃO

A pandemia causada pelo novo coronavírus fez com que muitos países adotassem algum tipo de medida restritiva do ponto de vista do contato social. (WHO, 2020). Pessoas portadoras da COVID-19 podem ser assintomáticas ou apresentar casos leves ou até mesmo graves. Desde o início da pandemia até março de 2020 já contabilizou-se mais de 200 mil mortes em todo o mundo de acordo com o a universidade John Hopkins .

¹ Mestre e Doutorando em economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (PIMES/UFPE). Economista pela UFPE, jobsonmaurilio@gmail.com;

² Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Inovação Terapêutica e Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão e Economia da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, flavia.fernandes@upe.br

³ Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (Pimes/UFPE). Professor do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Salgado de Oliveira (Universo), rodrigogomesdearruda@gmail.com;

⁴ Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Inovação Terapêutica da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE e Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, rosana.melo@univasf.edu.br.

Diversos países do mundo têm travado uma luta constante para reduzir os impactos do surto da COVID-19 sobre suas economias e sobre a saúde de seus habitantes (BORJAS, 2020; BARROT; GRASSI; SAUVAGNAT, 2020), adotando, na maior parte dos casos, as recomendações dos órgãos internacionais de saúde. Ainda assim, muitos deles estão enfrentando números bastante elevados da doença.

Diante da atual crise sanitária, muitos governos estão enfrentando diversas dificuldades, não só no campo da saúde, mas também no campo econômico. Desta forma, alguns líderes políticos estão pregando um discurso de que as consequências econômicas serão mais nocivas à população do que os danos causados pela infecção do novo coronavírus (GADARIAN et al., 2020).

No Brasil, o posicionamento do presidente da república, Jair Bolsonaro, é de não paralisação dos serviços não essenciais sob o argumento de que a paralisação de tais serviços terá impacto bastante adverso na economia. Ajzenman, Cavalcanti e Da Mata (2020) investigaram o impacto do posicionamento do presidente da república do Brasil no índice de distanciamento social nos municípios brasileiros. Eles argumentaram que as ações e palavras dos líderes pode influenciar o comportamento das pessoas de diversas formas. Os resultados obtidos mostraram que o índice de distanciamento social diminuiu em todos os municípios onde os apoiadores de Bolsonaro são maioria logo após o discurso do presidente contrário às políticas de distanciamento social recomendada pelos órgãos de saúde. Mariani, Gagate-Miranda e Rettl (2020), em estudo também realizado para o Brasil, chegou a conclusões semelhantes.

A magnitude dos impactos econômicos da pandemia da COVID-19 sobre a economia depende de diversos fatores como ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública (SNYDER E PARKS, 2020). Nesse sentido, Noy et. al. (2020) buscaram mensurar os impactos da COVID-19 sobre a economia. Para isso, calcularam quatro medidas: perigo, exposição, vulnerabilidade e resiliência de uma economia a choques exógenos. Além dessas medidas, diferenças espaciais podem deixar uma economia mais ou menos susceptível a choques exógenos. Os resultados mostraram que os riscos econômicos causados pela COVID-19 são maiores nos países africanos, seguidos do subcontinente indiano, do Golfo Pérsico e sudeste da Ásia.

Um outro fator relevante na disseminação da COVID-19 é o grau de conexão que uma localidade tem com outras, levando a um efeito de transbordamento do vírus causador da COVID-19 entre as regiões (GULIYEV, 2020). Além disso, a conexão entre lugares pode não

estar apenas delimitada por fronteiras geográficas em comum, pois com o uso do avião, a locomoção nacional ou internacional de pessoas pode levar apenas alguns minutos ou horas, e isso fez com que a COVID-19 tomasse uma proporção global em pouco tempo.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa foram utilizadas as notificações de suspeitas de COVID-19, com o objetivo de fazer uma análise exploratória dos dados a partir das estatísticas descritivas destas notificações e identificar os números referentes aos casos que foram confirmados em pacientes com 60 anos ou mais entre os dias 28 de fevereiro e 29 de maio de 2020. Também buscou-se realizar uma análise descritiva das variáveis das características socioeconômicas dos municípios pernambucanos. E, por fim, buscou-se estimar um modelo de regressão linear com os dados referentes à COVID-19, que são oriundos do Ministério da Saúde, sua defasagem espacial de primeira ordem e os dados socioeconômicos dos municípios pernambucanos, que são originados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O modelo que serve ponto de partida para a determinação do número de casos confirmados da COVID-19 em idosos, em consonância com Greene 2012 e Woodridge (2002) é o *Ordinary Least Squares* (OLS) que é dado por

$$Y = \alpha + X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

A estimação do modelo (1) será enviesada e inconsistente se não forem incorporadas variáveis que capturam as interções entre os municípios através do espaço. Para isso, serão utilizados modelos de regressão para mensurar se existe efeito *spillover* do número de casos confirmados da COVID-19 em idosos em Pernambuco. O primeiro deles é o *Spatial Autoregressive Model* (SAR)

$$Y = WY + X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

Onde Y é a taxa de COVID-19 por 100 mil habitantes;

WY é taxa média de COVID-19 ocorridas nos municípios vizinhos;

X é o vetor de covariáveis utilizadas como controles;

ε é o termo de erro aleatório da regressão.

Esse modelo permite verificar se as taxas referentes à COVID-19 em idosos nos municípios de Pernambuco sofrem influência por conta da proximidade geográfica comum, resultados em um efeito transbordamento do número de casos confirmados da COVID-19 para além das fronteiras geográficas dos municípios.

Pode-se ainda incorporar ao modelo SAR, uma matriz de ponderação espacial no termo de erro da regressão para que se possa controlar efeitos não observados comuns entre os municípios, o que resultaria em um heteroscedasticidade espacial. Esse modelo é dado em (3).

Spatial Autoregressive Error Model (SAC)

$$Y = \lambda WY + X\beta + \varepsilon \quad (3)$$

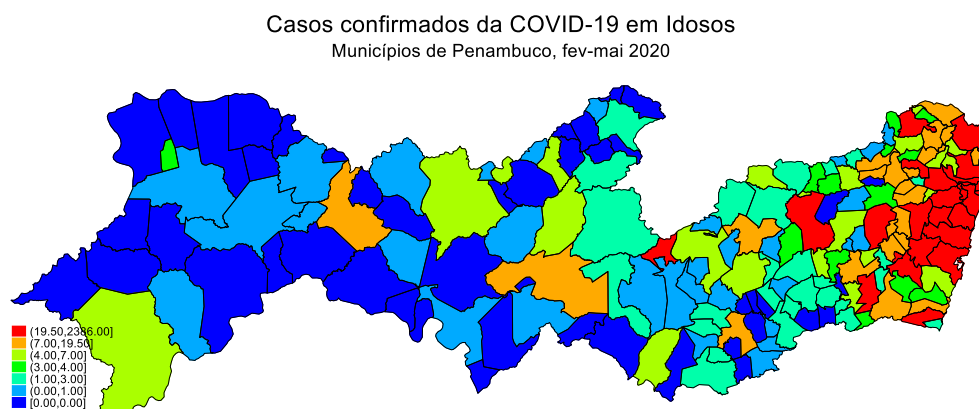
$$\varepsilon = \rho W\varepsilon + u$$

onde é incorporada uma matriz de ponderação espacial no termo de erro da regressão, dada pelo termo $W\varepsilon$, com o objetivo de capturar choques não observados em comum entre os municípios de Pernambuco, uma vez que pode haver interação espacial em dimensões não observadas (LESAGE; PACE, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, tem-se a distribuição espacial dos casos confirmados da COVID-19 na população com 60 anos ou mais. A maior ocorrência de casos confirmados na população com 60 anos ou mais se dá nos municípios que compõem a região metropolitana e nos municípios da zona da mata. Esses municípios são caracterizados pela maior taxa de urbanização e pela maior densidade demográfica vis-à-vis os municípios localizados no agreste e no sertão do estado de Pernambuco.

Figura 1. Distribuição espacial da quantidade de casos confirmados da COVID-19 entre os dias 28 fevereiro e 29 maio de 2020 nos municípios de Pernambuco.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ato contínuo, tem-se as estatísticas descritivas com as variáveis que foram utilizadas nos modelos de regressão. Estas variáveis serviram de controles para caracterizar o ambiente socioeconômico e político dos municípios, pois estes podem ser importante preditores da disseminação da COVID-19 na população idosa através do espaço.

Na Tabela 1, têm-se a média, o desvio padrão e as estatísticas mínimo e máximo das variáveis socioeconômicas dos municípios de Pernambuco utilizadas nesta pesquisa, onde constata-se que a quantidade média de pessoas com 60 anos ou mais que foram diagnosticadas com a COVID-19 foi de 29.63 pessoas com desvio-padrão de 13.78 e valores máximos e mínimos de 2.44 e 56.82, respectivamente.

Tabela 1. Estatísticas descritivas da variáveis utilizadas no modelo de regressão linear.

Variáveis	(1) N	(2) Média	(3) D.P.	(4) Min	(5) Max
Confirmados	184	29.63	13.78	2.44	56.82
Txdesoc	184	9.417	4.694	1.45	23.61
Dens	184	247.0	906.0	7.79	9,068
Txurban	184	61.79	20.28	12.38	100
Gini	184	0.520	0.0452	0.42	0.68
tx_analf	184	27.27	7.137	6.130	43.21
p_muchefe	184	27.79	8.159	12.85	55.09
Partgov	184	0.370	0.484	0	1
Partpres	184	0.120	0.325	0	1

Fonte: Elaborado pelos autores com os dados do IBGE.

A taxa média de desocupados nas cidades pernambucanas é de 9,14% com taxa mínima de 1.14% e máxima de 23.61%. Já a densidade demográfica média é de 247 pessoas por km², enquanto os valores mínimo e máximos foram, respectivamente, de 7.79 e 9068 pessoas por km². O municípios de Pernambuco têm em média 61.79% do seus territórios urbanizados, onde o município menos urbanizado conta com apenas 12% do seus território urbanizado e o mais urbanizado tem 100% do seu território.

O valor médio do índice de Gini e da taxa de analfabetismo nos municípios de Pernambuco são de 0.520 (D.P.=0.045) e 27.27% (D.P.=7.13%), respectivamente. Seus valores máximos e mínimos são 0.42, 0.68 e 6.13%, 43.21%, respectivamente. O índice de Gini, que mede a desigualdade de renda da população nas cidades, varia entre 0 (zero) e 1 (um), onde 0 (zero) significa que existe uma perfeita igualdade de renda e 1(um) significa que a renda é distribuída de forma completamente desigual entre os residentes de determinada cidade. Já a porcentagem média de lares chefiados por mulheres nos municípios de Pernambuco é de 27.79 (D.P.=8.159), onde a menor porcentagem de lares chefiados por mulheres é 12.85% e a porcentagem máxima de lares com mulheres chefes de família é de 55.09%.

A proporção média de municípios governados por prefeitos do mesmo partido do governador é de 0.37 (D.P.=0.48), com valores mínimos e máximos de 0 e 1, respectivamente, enquanto a proporção média de municípios governados por prefeitos do mesmo partido do presidente da república é de 0.12 (D.P.=0.32), com valores mínimos e máximos de 0 e 1, respectivamente.

Na Tabela 2, é apresentado o resultado da estimação dos modelos de regressão incorporando a proximidade geográfica com a finalidade de verificar a ocorrência do efeito *spillover* das taxas referentes à COVID-18 nos idosos no municípios de Pernambuco, controlando-se as características políticas, sociais e econômicas.

Tabela 2. Resultados das estimações dos modelos OLS, SAR e SAC.

Variáveis Independentes	Variável dependente: Confirmados		
	(1) OLS	(2) SAR	(3) SAC
Txdesoc	0.0713** (2.79)	0.0420 (1.83)	0.0431* (2.22)
Dens	0.000671*** (3.35)	0.000585*** (5.35)	0.000575*** (5.99)
Txurban	0.0325*** (5.46)	0.0236*** (3.99)	0.0204*** (3.77)
Gini	-2.149 (-0.96)	0.221 (0.11)	-0.642 (-0.34)
Tx_analf	0.0156 (0.82)	0.00364 (0.21)	0.00183 (0.13)
P_muchefe	-0.00593 (-0.40)	0.00747 (0.58)	0.00787 (0.68)
Partgov	0.118 (0.56)	0.110 (0.59)	0.0884 (0.50)
Partpres	-0.288 (-0.97)	-0.136 (-0.49)	-0.0970 (-0.35)
_cons	0.341 (0.23)	-0.961 (-0.71)	-0.513 (-0.42)
lambda		0.0668*** (5.67)	0.0836*** (7.09)
Rho			-0.0737* (-2.45)

N	184	184	184
---	-----	-----	-----

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fonte: Elaborado pelo autores.

Os resultados obtidos mostram que cidades com maior proporção de pessoas desocupadas, têm, em média, maior contágio da COVID-19 em idosos tanto no modelo OLS quanto no modelo SAC e quanto maior a densidade demográfica em uma determinada cidade, maior a quantidade média de idosos infectados pelo novo coronavírus nos três modelos propostos, o mesmo ocorrendo com a taxa de urbanização, onde as cidades mais urbanizadas, sofrem, em média, maior disseminação do novo coronavírus na população idosa. Todos os resultados citados se mostraram estatisticamente significantes ao nível usual de 5%. As variáveis de interação política, através da filiação partidária em comum entre os governos das diferentes esferas da hierarquia do poder público, não se mostraram significantes do ponto de vista estatístico ao nível de 5%.

Já a existência de efeito transbordamento do contágio da COVID-19 em idosos se mostrou significativa estatisticamente nos modelos SAR e SAC, onde o valor positivo do coeficiente *lambda* indica que municípios cercados por outros com altas taxas de casos confirmados da COVID-19 na população com 60 anos ou mais têm, em média, maiores números de casos confirmados entre os idosos dentro do seu território (SNYDER E PARKS, 2020; NOY ET. AL., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recentemente o mundo tem vivido uma pandemia causada pela disseminação de um vírus de origem chinesa chamado de novo coronavírus. Esse vírus se espalhou rapidamente pelo mundo causando uma doença conhecida por COVID-19 e deixando milhares de mortos em poucos meses. Desde então, diversos pesquisadores buscam descobrir quais fatores contribuem e quais fatores são capazes de inibir a propagação do novo coronavírus e da taxa de letalidade em decorrência da COVID-19.

Para isso, usou-se modelos espaciais com o argumento de que a não inclusão das interações espaciais entre municípios tornaria as estimativas obtidas enviesadas e inconsistentes. Para isso, foi utilizada proximidade geográfica entre municípios. Procurou-se ainda controlar o efeito de outros conjuntos de variáveis que, como mostrado em diversos trabalhos empíricos, podem afetar as taxas de prevalência da COVID-19. Variáveis *proxies*

do ambiente social, econômico e do cenário político, foram utilizadas com o objetivo de mensurar seus efeitos *ceteris paribus*, sobre o número de casos confirmados da COVID-19. Após estimação do modelo de OLS, verificou-se que havia viés de variável omitida espacial o que tornava as estimativas obtidas inválidas. Estimou-se então o modelo SAR e SAC com o objetivo de capturar o efeito da proximidade geográfica sobre os números referentes à COVID-19.

As estimativas das variáveis de controle mostraram resultados em conformidade com a literatura recente, indicando que variáveis socioeconômicas como densidade e taxa de analfabetismo e taxa de urbanização são importantes preditoras das taxas de COVID-19, pois cidades mais adensadas apresentam maiores taxas da doença, o mesmo ocorrendo com cidades mais adensadas e com maior proporção de analfabetos na população. As variáveis do atual cenário político não se mostraram significantes para explicar as taxas da COVID-19 na população idosa no exercício econométrico proposto.

As variáveis espaciais também se mostram importante na determinação dos fatores que afetam as taxas da COVID-19. Foi verificado um *spillover* espacial da COVID-19, indicando que cidades que estão cercadas por cidades com altas taxas também terão altas taxas prevalência da COVID-19.

REFERÊNCIAS

- AJZENMAN, N.; CAVALCANTI, T.; DA MATA, D. **More Than Words: Leaders' Speech and Risky Behavior during a Pandemic** (April 22, 2020). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3582908> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3582908>
- BARROT, J.; GRASSI, B.; SAUVAGNAT, J. Sectoral effects of social distancing. **Covid Economics**. Issue 3, 10 April 2020
- BORJAS, G. Demographic determinants of testing incidence and Covid-19 infections in New York City neighbourhoods. **Covid Economics**. Issue 3, 10 April 2020.
- GADARIAN, K. GOODMAN S, PEPINSKY, S. W.; THOMAS, B., **Partisanship, Health Behavior, and Policy Attitudes in the Early Stages of the COVID-19 Pandemic** (March 27, 2020). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3562796> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3562796>
- GREEN, W. H. **Econometrics Analysis**. 7. ed. Harlow: Pearson, 2012.
- GULIYEV, H. Determining the spatial effects of COVID-19 using the spatial panel data model. **Spatial statistics**. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100443> 2211-6753/© 2020
- LESAGE, J. P.; PACE, R. K. Introduction to Spatial Econometrics. Chapman and

Hall/CRC Press, 2009.

MARIANI, L.; MIRANDA, J.; RETTL, P. Words can hurt: How political communication can change the pace of an epidemic. **Covid Economics** Issue 12, 1 May 2020

NOY, I.; DOAN, N.; FERRARINI, B.; PARK, B. Measuring the economic risk of Covid-19.

Covid Economics Issue 3, 10 April 2020

SNYDER, B.; PARKS, V. **Spatial Variation in Socio-ecological Vulnerability to COVID-19 in the Contiguous United States.** 2020. Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3587713>

WOOLDRIDGE, J.M. 2002. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data.**

Cambridge, MA: MIT Press.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV)** [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020.