

Análise epidemiológica da *Covid-19* em algumas regiões do Estado do Pará no período entre 2020 e 2021

Nascimento, J. O. do.^{1*}; Rodrigues, L. M.² Chagas, A. P.³

¹Secretaria de Ciência e Tecnologia e de Educação do Pará, Belém, PA, Brasil.

¹Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

²Universidade Federal do Pará, Marabá, PA.

³Secretaria de Ciência e Tecnologia e de Educação do Pará, Belém, PA, Brasil.

³Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

* e-mail: jeffersonascimento@gmail.com, anadeivaportela@hotmail.com.

Resumo

A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, apresentou-se como uma das ameaças de maiores magnitudes já enfrentadas pela humanidade desde os anos de 1918. O presente estudo visou descrever o cenário epidemiológico da *Covid-19* nos municípios da mesorregião do sudeste Paraense (2020-2021). Para tanto, utilizou-se dados populacionais dessa mesorregião, disponibilizados no *site* Brasil-Cidade e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como, dados epidemiológicos públicos sobre a *Covid-19* no Brasil, referente ao período de março de 2020 à junho de 2021, disponibilizado pelo Ministério da Saúde (Portal Covid, 2021). Os resultados demonstraram que as maiores taxas de incidência da *Covid-19* nesse período foram observadas nos municípios com maior adensamento populacional e com maior fluxo de pessoas (Parauapebas e Redenção). Enquanto as taxas de letalidade foram maiores nos municípios com menores taxas demográficas. Análises por meio do coeficiente de correlação de Pearson foram realizadas indicando entre as métricas em estudo, correlação positiva, negativa ou um valor de correlação desprezível. O destaque ocorreu para os resultados encontrados entre a taxa de incidência com a mortalidade e com o Índice de Desenvolvimento Humano. As microrregiões de maior vulnerabilidade social analisadas foram as que começaram a sofrer os primeiros impactos da doença, pois apresentaram maiores taxas de letalidade. Todavia, mais estudos devem ser realizados com o intuito de analisar outros fatores que contribuíram para a disseminação da *Covid-19* nessa região.

Palavras-Chave: *Covid-19*, Sudeste Paraense, Incidência, Letalidade, Mortalidade.

Abstract

The pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus emerged as one of the most significant global health threats faced by humanity since the 1918 influenza pandemic. This study aimed to characterize the epidemiological profile of Covid-19 across the municipalities of the southeastern mesoregion of Pará, Brazil, during the period from 2020 to 2021. To achieve this, demographic data from the mesoregion were obtained from the Brasil-Cidade platform and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), along with public epidemiological data on Covid-19 in Brazil, provided by the Ministry of Health, covering the period from March 2020 to June 2021. The findings indicated that the highest incidence rates of Covid-19 during the study period were observed in municipalities with higher population density and greater human mobility, such as Parauapebas and Redenção. In contrast, higher case fatality rates were recorded in municipalities with lower population density. Pearson's correlation coefficient was applied to assess associations among key epidemiological and socioeconomic indicators, revealing positive, negative, or negligible correlations

depending on the variable pairings. Notably, significant associations were found between incidence rates and both mortality rates and the Human Development Index (HDI). Municipalities within socially vulnerable microregions were among the first to experience substantial impacts from the disease, as reflected in their elevated fatality rates. Nevertheless, further research is warranted to explore additional factors that may have contributed to the spread and impact of Covid-19 in this region.

Keywords: Covid-19; Southeastern Pará; Incidence Rate; Case Fatality Rate; Mortality.

1. Introdução

A Mesorregião Sudeste do estado do Pará destaca-se pelo acentuado dinamismo socioeconômico e pelas profundas transformações estruturais observadas nas últimas décadas. Composta por 39 municípios, essa mesorregião ocupa uma área de aproximadamente 297 mil km², o que corresponde a 23,8% da extensão territorial do estado e 7,5% da região Norte do Brasil. A população ultrapassa 1,97 milhão de habitantes, com uma taxa de urbanização em torno de 70%.

Os indicadores de crescimento demográfico e econômico da região têm se mostrado superiores às médias estadual e nacional. Esse desempenho está associado, sobretudo, à implantação de grandes projetos agropecuários incentivados pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) a partir da década de 1970. Esse processo atraiu expressivos fluxos migratórios e impulsionou a formação de um mosaico rural heterogêneo, que passou a integrar frentes de expansão camponesa, produtores de economias extrativistas tradicionais e agentes mercantis locais. Entre os vetores de transformação produtiva e espacial, destaca-se o avanço da pecuária como principal fator de crescimento regional [1].

Sob a ótica da expansão da fronteira econômica e territorial, a mesorregião apresenta uma combinação de fatores exógenos e endógenos que contribuíram para sua configuração atual. Entre os fatores exógenos, ressaltam-se as políticas de desenvolvimento e de integração territorial promovidas durante o regime militar (1964–1986), que impulsionaram investimentos estruturantes, como a construção de rodovias, hidrelétricas, empreendimentos agropecuários e projetos de mineração. Entre os fatores endógenos, destacam-se a elevada mobilidade populacional, o surgimento e a emancipação de novos núcleos urbanos, a disponibilidade de recursos naturais estratégicos e a capacidade adaptativa da população local frente aos efeitos indiretos das atividades mineradoras [1].

Ainda segundo Santos [1], a atividade mineradora na região vem perdendo características de enclave econômico, passando a integrar-se mais efetivamente à dinâmica socioeconômica local. A consolidação de

novos empreendimentos, como os da empresa Vale S.A., somados a investimentos na geração de energia elétrica, tem contribuído para a diversificação e complexificação da economia regional.

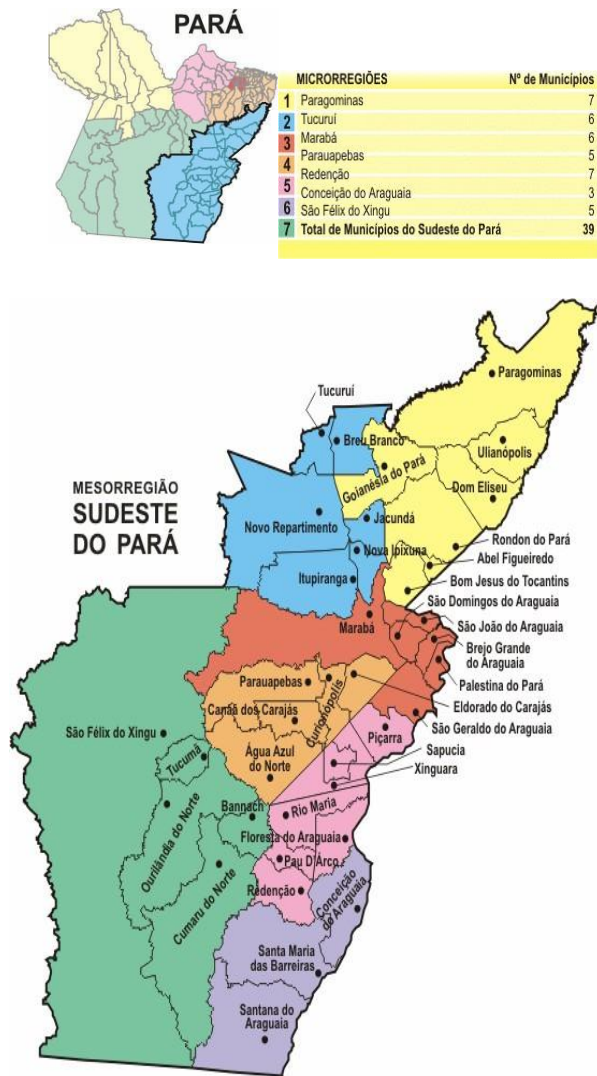
De acordo com o *Boletim Regional do Banco Central do Brasil* [2], a Mesorregião Sudeste apresenta o maior Produto Interno Bruto (PIB) per capita do estado, totalizando R\$ 24.300,00. Seis dos dez municípios paraenses com os maiores PIBs per capita estão localizados nessa mesorregião, sendo a maioria sede de grandes projetos minero-metalúrgicos ou hidrelétricos.

Do ponto de vista demográfico, o crescimento populacional permanece acelerado. Embora os fluxos migratórios interestaduais tenham diminuído nas últimas décadas, os movimentos migratórios intermunicipais continuam expressivos.

Municípios como Marabá, Parauapebas e Tucuruí consolidaram-se como polos regionais, enquanto outros municípios apresentam estrutura urbana mais limitada, ainda que todos mantenham características de fronteira. As frentes de expansão agrícola e pecuária continuam avançando em direção ao leste da mesorregião, especialmente rumo a São Félix do Xingu. Atualmente, a expansão territorial é conduzida predominantemente por grandes proprietários rurais e empresários do agronegócio já estabelecidos na região, agora com menor apoio estatal direto e maior regulamentação ambiental, utilizando-se de capital próprio [1].

Em termos de saúde pública, a região apresenta indicadores similares aos observados em outras partes do estado, evidenciando um sistema de saúde com sérias deficiências estruturais. Os serviços hospitalares enfrentam limitações em infraestrutura física, equipamentos e recursos humanos, revelando a urgência de investimentos governamentais robustos para suprir as necessidades básicas da população, sobretudo em contextos de crise sanitária como o da pandemia de *Covid-19*.

Geopoliticamente, a Mesorregião Sudeste do Pará faz fronteira com os estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso. Está subdividida em sete microrregiões, agrupadas conforme afinidades econômicas, sociais e ambientais, sendo estas,



denominadas pelos respectivos polos regionais: Conceição do Araguaia, Marabá, Paragominas, Parauapebas, Redenção, São Félix do Xingu e Tucuruí.

Cabe ainda destacar o papel estruturador do Programa Grande Carajás, cujas intervenções — como a construção da Estrada de Ferro Carajás, do porto de Itaqui e da Usina Hidrelétrica de Tucuruí — foram fundamentais para a reorganização do espaço regional, promovendo a integração logística e a consolidação da atividade exportadora mineral [3]. Desta forma este artigo apresenta um pequeno recorte de uma pesquisa maior, cujo objetivo foi o de descrever aspectos epidemiológicos e de distribuição dos casos de *Covid-19* na mesorregião sudeste do estado do Pará, no período de março de 2020 a junho de 2021, por meio de um estudo descritivo e ecológico.

2. Metodologia

Tratou-se de um estudo descritivo ecológico, realizado por meio de uma investigação retrospectiva de dados epidemiológicos, incluindo uma análise geoestatística direcionada a investigação da evolução da *Covid-19* na mesorregião do sudeste paraense no

período de 2020 a 2021. Os dados sócio-econômicos e populacionais dos municípios em estudos foram obtidos do site do IBGE. Como o banco de dados utilizado é de domínio público e não contém dados pessoais dos sujeitos, dispensou-se a submissão da proposta a um comitê de ética em pesquisa.

As análises exploratórias foram realizadas em um universo de 165.074 registros de casos confirmados de *Covid-19*. Sobre os dados secundários foram aplicados diversos filtros para se identificar a frequência das variáveis de interesse a fim de descrevê-las:

a) Taxa de Incidência = $N.^{\circ}$ de casos novos autóctones de *Covid-19* x 100.000 habitantes / População.

b) Taxa de letalidade = $N.^{\circ}$ de óbitos por *Covid-19* x 100 / $N.^{\circ}$ total de casos de *Covid-19*.

c) Taxa de mortalidade = $N.^{\circ}$ de óbitos por *Covid-19* x 100.000 habitantes / População.

O banco de dados foi compilado por meio do programa *Microsoft Office Excel 2016*, com aplicação de diversos filtros para identificar a frequência das variáveis de interesse, a fim de se descrever o perfil epidemiológico e a distribuição dos casos ao longo dos quadrimestres do ano de 2020 e 2021, nas sete microrregiões da mesorregião do sudeste paraense. Para se analisar a associação entre as taxas de incidência e demais variáveis de interesse, fez-se o uso do coeficiente de correlação de Pearson os quais mede a relação estatística entre duas variáveis contínuas que é dado por:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \cdot [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (1)$$

De forma simplificada, destacamos que, quando $r = +1$ a correlação é perfeitamente positiva. Se $r = -1$ a correlação é perfeitamente negativa e se $r = 0$ não há correlação entre os pontos ou há, porém, é não-linear, conforme transcrito de forma simplificada em Nascimento et al. [6].

3. Discussão dos resultados

Dos 165.074 casos de *Covid-19* registrados na mesorregião do Sudeste Paraense no período de março de 2020 a junho de 2021, as microrregiões que apresentaram maiores taxas de incidência foram de Parauapebas (19.736 casos/100mil hab.), Redenção (11.342 casos/100mil hab.) e São Felix do Xingu (7.278 casos/100mil hab.).

Na microrregião de Parauapebas, a maior taxa de incidência foi observada em junho de 2020 (3.149 casos /100 mil hab.), mas apresentou quedas

acentuadas ao longo dos meses chegando a dezembro de 2020 com apenas 452 casos / 100mil hab.

Em relação à microrregião de Redenção, segunda região que mais registrou casos de *Covid-19*, verificou-se que o contrário da microrregião de Parauapebas, a maior taxa de incidência foi observada durante a 2ª onda de *Covid-19* no Brasil, novembro de 2020 à Junho de 2021 (Rocha, 2021), principalmente, em abril de 2021, com 5.873 casos/100 mil habitantes (hab.) registrados. Logo, houve um aumento médio de 5 vezes desde valor, já que durante o período 1ª onda esses valores foram menores, principalmente o ocorrida em junho de 2020, nessa microrregião, foi registrado apenas 1.126 casos/100 mil hab. (Figura 2a).

A terceira microrregião que se destacou foi São Feliz do Xingu que apesar da incidência não ter apresentado picos muito elevados durante a 1ª e 2ª onda da *Covid-19*, aos os valores mensais de incidência se mantiveram moderados ao longo dos meses, sendo 983 e 999 casos/ 100mil hab. nos meses de Junho e Julho de 2020 e nos meses que se seguiram esses números foram reduzidos chegando a 209 casos/ 100mil hab. em novembro de 2020 e retornando aos patamares da 1ª onda em março de 2021, 883 casos/100 mil hab., (Figura 2a):

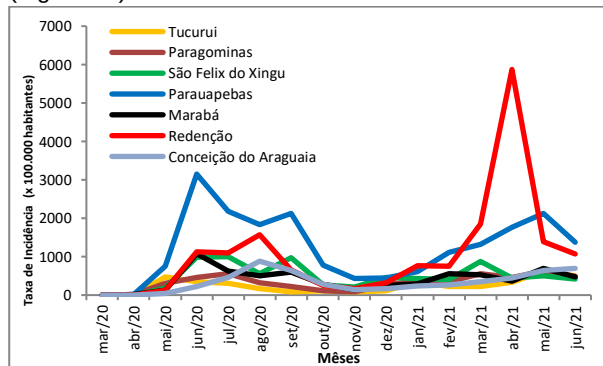


Figura 2a: Dos autores.

Sobre a mortalidade ao longo do período estudado, a microrregião de Parauapebas foi a que apresentou as maiores taxas, com picos nos meses de junho de 2020 (24,3 casos/100mil hab.) e abril de 2021 (43,1 casos/100mil hab.) A microrregião de Redenção, segunda colocada em taxa de mortalidade, também, apresentou suas máximas durante a 1ª e 2ª onda de infecção da *Covid-19*, sendo 42 óbitos/100 mil hab. em março de 2020 e 20 óbitos/100 mil hab. em agosto de 2021.

Pode-se observar também que a microrregião de Marabá, terceira colocada em taxa de mortalidade, apresentou suas máximas no início da pandemia em abril de 2020 com um total 25 óbitos/ 100 mil hab. Já na 2ª onda, não ultrapassou 17 óbitos/100 mil hab. Tucuruí, por sua vez, atingiu seu maior pico de mortalidade durante a 2ª onda da doença, pois em maio de 2021, essa microrregião apresentou uma taxa de 19 óbitos/100 mil hab., (Figura 2b):

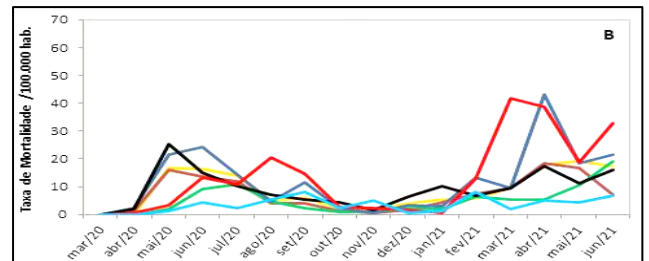


Figura 2b: Dos autores.

As maiores taxas de letalidade nas microrregiões analisadas foram observadas na 1ª onda da doença, principalmente nas microrregiões de Redenção, Marabá, Parauapebas e Paragominas. Já a microrregião de Tucuruí, por sua vez, apresentou a maior taxa de letalidade em setembro de 2020 (7% dos casos). Contudo, ao longo dos próximos meses essas taxas mantiveram-se constantes não ultrapassando o percentual de 5%, já que a maior taxa de letalidade foi de 4,83%, na microrregião de Marabá, no mês de abril de 2021 (Figura 2c):

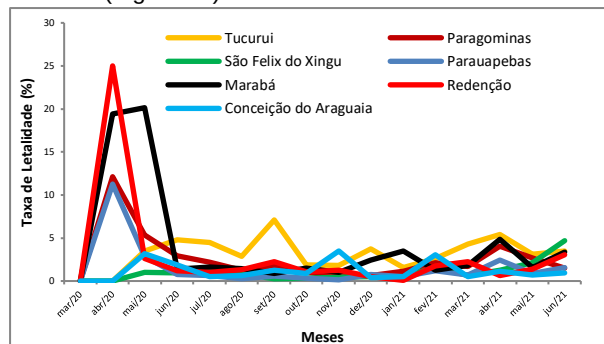


Figura 2c: Dos autores.

Analisando a distribuição espacial da incidência da COVID-19 na mesorregião do Sudeste Paraense foi possível observar no primeiro quadrimestre de análise (mar a jun/20) a microrregião mais atingida foi a de Parauapebas com taxas que variaram de 3 a 5mil casos/100mil hab. Já as microrregiões limítrofes à Parauapebas, apresentaram as segundas maiores taxas, 1 a 3mil casos/100mil hab. Contudo, neste mesmo período, as taxas de letalidade foram maiores nas microrregiões de Paragominas, Tucuruí e Marabá variando de 2 a 4,5%.

No segundo quadrimestre (jul a out/20), a taxa de incidência na microrregião de Parauapebas aumentou para a categoria de 5 a 10mil casos/100mil hab. Isso foi observado em Redenção, microrregião vizinha, que passou a registrar uma média de 3 a 5mil casos/100mil hab. Sobre a letalidade, neste período, nas microrregiões de Paragominas, Tucuruí e Marabá passaram a apresentar taxas mais elevadas, com percentuais de 2,5 a 4,5% de óbitos por *Covid-19*

Já no terceiro quadrimestre (nov./20 à fev./21), a incidência reduziu drasticamente, semelhante ao que aconteceu em todo país, sendo que as maiores taxas de incidência apresentadas por essas áreas de estudo

ficaram na faixa de 1 a 3mil casos/100mil hab., e ele foi observado para as taxas de letalidade.

No quarto quadrimestre (mar. à jun./21), que coincide com os picos de casos da 2ª onda de infecção, pois Parauapebas e Redenção voltam a apresentar taxas elevadas de incidência da *Covid-19*, mais dessa vez, redenção chega a notificar 10 a 20mil casos/100mil hab., e Tucuruí volta a apresentar elevadas taxas de letalidade, 2,5 a 4,5% de óbitos

Na análise das taxas de incidência de *Covid-19* acumulada ao longo do período, por município, os maiores valores foram observados nos municípios de Parauapebas (24.689 casos/ 100mil hab.) pertencente à microrregião de Parauapebas.

Em Bannach (19.720 casos/ 100mil hab.), Orlândia do Norte (16.112 casos/ 100mil hab.) e Tucumã (12.105 casos/ 100mil hab.) pertencentes à microrregião de São Felix do Xingu; Em Redenção (15.459 casos/ 100mil hab.), Rio Maria (13.472 casos/ 100mil hab.) e Pau-d'arco (13.204 casos/ 100mil hab.) pertencentes à microrregião de Redenção; e em Abel Figueiredo (13.034 casos/ 100mil hab.) da microrregião da Paragominas.

Sobre os municípios com maiores taxas de incidência, com exceção dos municípios de Parauapebas e Redenção que apresentam números populacionais acima de 80mil habitantes, todos os demais são municípios pequenos com destaque para Bannach que possui apenas 3.286 hab. e Pau-d'arco com 5.483 hab.

No que diz respeito à letalidade por *Covid-19*, as maiores taxas foram observadas em municípios com baixa incidência de *Covid-19*, como Breu Branco (6,81%), Itupiranga (6,01%) e Novo repartimento (5,18%) pertencentes à microrregião de Tucuruí seguido por Rondon do Pará (4,81%) da microrregião de Paragominas.

Sobre a taxa de mortalidade os municípios que apresentaram as maiores taxas foram Canaã dos Carajás (304,71 óbitos/100mil hab.), Redenção (248,86 óbitos/100mil hab.), Parauapebas (211,74 óbitos/100mil hab.) e Tucuruí (211,16 óbitos/100mil hab.). Com já dito, pela, pela extensão da pesquisa, apresentamos a seguir, o gráfico de correlação e ajuste linear para alguns índices para algumas das regiões que compõem o espaço amostral aqui tratado.

Na Figura 3, a medida de correlação para a cidade de São Félix do Xingu (T. Mortal. / 100mil Hab. x T. Incid. / 100mil Hab.) e a função linear associada a ela:

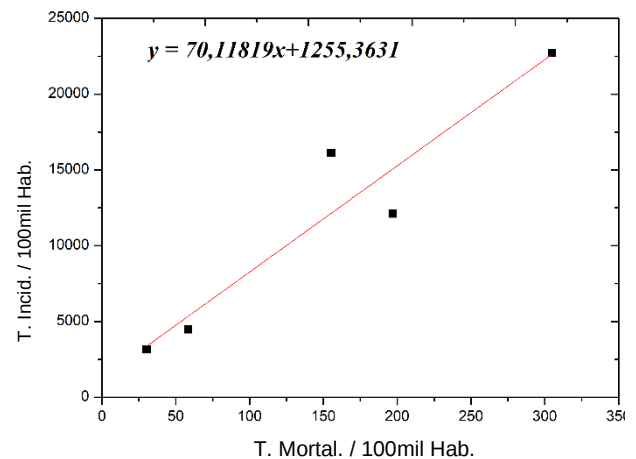


Figura 3: Ajuste linear com $R^2 = 87\%$ e correlação de Pearson $r = 95\%$.
Fonte: Dos autores.

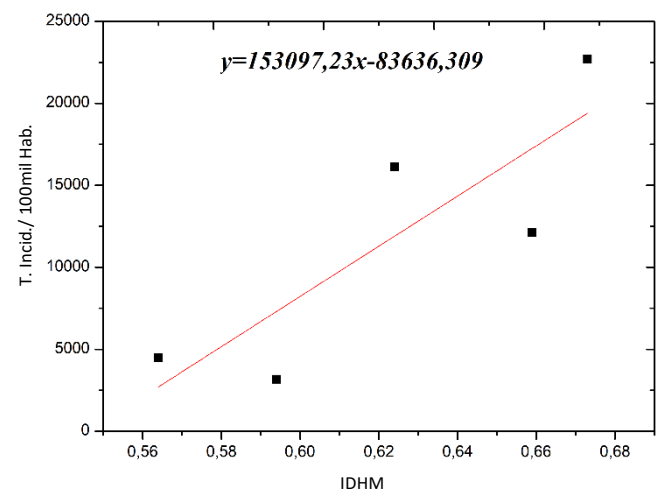


Figura 4: Ajuste linear com $R^2 = 62\%$ e correlação de Pearson $r = 84,6\%$.
Fonte: Dos autores.

Na pesquisa realizada em Nascimento et al. [6] foi utilizada a base de dados oficial disponibilizadas pelo Ministério da Saúde do Brasil com o intuito de análises preditivas referentes à disseminação do vírus SARS-CoV-2. Os métodos preditivos estatísticos corresponderam aos métodos SIR, SEIRD, Johnson- Mehl - Avrami -Kolmogorov e Modelo SEIAHR.

Um dos objetivos também, apresentava os resultados da correlação entre a difusão da *Covid-19* entre o estado do Pará, os demais e o Distrito Federal. Na Figura 4, apresentamos os valores de correlação, não apenas de Pearson (r), Spearman (r_s) e a de postos de Kendall (τ).

Na Figura 5, destacamos as curvas de correlação da difusão da *Covid-19* e o restante do Brasil. Se considerarmos os Estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso que fazem fronteira com o Pará, no que se refere às cidades citadas presentes nesta pesquisa, os dados anteriormente trabalhados estão de acordo com Nascimento et al. [6].

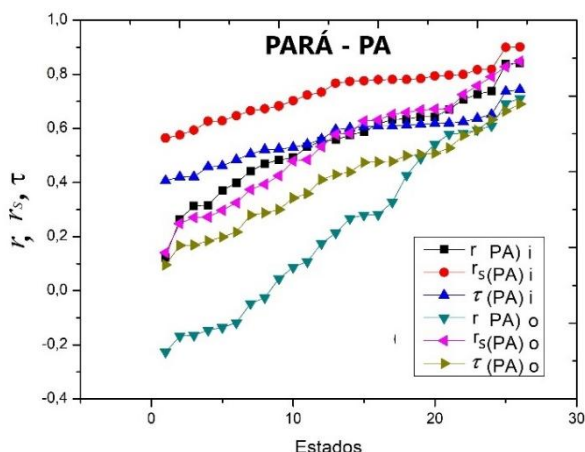


Figura 5: Padrão evolutivo dos coeficientes de correlações, para o Estado do Pará. Fonte: Nascimento et al. [6].

4. Considerações finais

Os resultados deste estudo evidenciam que as microrregiões caracterizadas por elevado fluxo de pessoas e mercadorias apresentaram as maiores taxas de incidência da *Covid-19*. Tal constatação sugere uma correlação direta entre a intensidade dos circuitos espaciais de produção e circulação e a propagação do SARS-CoV-2, corroborando a hipótese de que regiões com maior conectividade territorial são mais suscetíveis à rápida disseminação de doenças infecciosas.

Nesse contexto, observou-se que variáveis como disparidades regionais, fluxos inter-regionais, infraestrutura de saúde, diversidade de modais de transporte e a articulação entre os espaços urbanos configuram-se como elementos centrais para a compreensão da dinâmica espacial da pandemia na mesorregião sudeste do estado do Pará.

Adicionalmente, destaca-se a atuação tardia e insuficiente das autoridades públicas no enfrentamento inicial da pandemia, fator que contribuiu significativamente para a rápida expansão do vírus em diferentes territórios. A ausência de medidas preventivas eficazes nos estágios iniciais da crise sanitária impediu a contenção adequada da transmissão, resultando em elevados índices de morbimortalidade.

Diante desse cenário, este estudo propõe recomendações voltadas ao aprimoramento das estratégias de controle epidemiológico, com ênfase nas microrregiões de maior circulação populacional e comercial. Entre as medidas sugeridas, destaca-se a implementação imediata do distanciamento social em áreas com alta mobilidade, com o objetivo de desacelerar a taxa de transmissão viral e evitar o colapso dos sistemas de saúde locais.

Ademais, ressalta-se a importância da manutenção e ampliação da cobertura vacinal contra a *Covid-19*. Evidências científicas demonstram que os imunizantes desempenharam papel fundamental na redução de hospitalizações e óbitos desde sua

introdução no Brasil. Nesse sentido, é imprescindível que sejam seguidas as recomendações do Ministério da Saúde, em consonância com as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS), que incluem a manutenção do esquema vacinal completo, a aplicação de doses de reforço e a adoção de protocolos atualizados de isolamento e uso de máscaras.

Outro ponto relevante refere-se à maior vulnerabilidade das microrregiões com contextos socioeconômicos precários, as quais foram as primeiras a registrar óbitos, revelando a urgência da formulação de políticas públicas sensíveis às especificidades territoriais. Tais políticas devem integrar variáveis sociais, culturais e econômicas, com vistas a mitigar desigualdades históricas e garantir proteção às populações mais expostas aos efeitos da pandemia.

Por fim, reforça-se a necessidade de aprofundamento de estudos epidemiológicos regionais, os quais poderão subsidiar a formulação de medidas mais eficazes para a redução da incidência, letalidade e mortalidade pela *Covid-19*. Tais estudos também são fundamentais para orientar ações voltadas à recuperação econômica, com foco na proteção social de grupos vulneráveis e no apoio a micro e pequenas empresas.

5. Referências

- [1] SANTOS, V. M. D. **A ECONOMIA DO SUDESTE PARAENSE: fronteira de expansão na periferia brasileira**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia. Campinas, SP, p. 341, 2011.
- [2] BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Boletim Regional*. Brasília: Banco Central do Brasil, <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/boletimregional>.
- [3] ALVES, C. F.; OLIVEIRA, L. A. **Desenvolvimento regional e reestruturação produtiva no Sudeste Paraense: o papel do Programa Grande Carajás**. Revista de Estudos Regionais, v. 18, n. 2, p. 45–63, 2020.
- [4] SILVA, D. F.; OLIVEIRA, M. L. Epidemiologia da COVID-19: Comparação entre boletins epidemiológicos. **Revista Comunicação em Ciências da Saúde**, Distrito Federal, DF, 31 Supl, n. 1, p. 61-74, 2020.
- [5] RODRIGUES, Lucinaldo Monteiro. **Análise epidemiológica da Covid-19 nos municípios do sudeste paraense (2020 a 2021)**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2021. [Trabalho de Conclusão de Curso].
- [6] Nascimento, J. O. do, Carlos Augusto Cardoso Passos, Joana D'Arc Silva Galvão de Carvalho, Estéfano Aparecido Vieira, & Marcelo Albano Moret. (2021). A pandemia de SARS-CoV-2: Cenários epidemiológicos e medidas de correlações. **REVISTA CEREUS**, 13(3), 246-272. Recuperado de <https://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/3568>.