

Vulnerabilidade socioeconômica à COVID-19 em municípios do Ceará

Samuel Façanha Câmara ¹

Francisco Roberto Pinto ¹

Felipe Roberto da Silva ¹

Felipe Gerhard ¹

¹ Universidade Estadual do Ceará / Programa de Pós-graduação em Administração, Fortaleza / CE – Brasil

Os efeitos da pandemia da COVID-19 têm causado sérios impactos socioeconômicos, expondo a vulnerabilidade de estados e municípios brasileiros. Concebendo-a em sentido amplo, a vulnerabilidade se relaciona à suscetibilidade social e econômica a riscos ou perdas potenciais, causados por eventos extremos. Nesse contexto, este artigo objetiva identificar a vulnerabilidade socioeconômica dos municípios do Ceará, epicentro da região Nordeste, quanto à pandemia da COVID-19. Para tal, realizou-se um estudo exploratório-quantitativo, utilizando-se informações secundárias obtidas em bases de dados públicas governamentais. A vulnerabilidade socioeconômica dos municípios foi avaliada de forma dinâmica, baseando-se em modelo matemático de previsão do número de casos da COVID-19 aplicado à cidade de Wuhan, na China. Os indicadores de vulnerabilidade foram calculados sob duas trajetórias: valor de produção e número de pessoal ocupado, considerando-se características municipais como densidade demográfica, mobilidade interurbana e índice de desenvolvimento humano (IDH). No caso do estado do Ceará, os achados evidenciaram uma série de determinantes demográficos, sociais e econômicos locais que agravam os impactos da crise. Os indicadores de vulnerabilidade construídos na pesquisa podem servir de base para as decisões de governos municipais e estadual na cronologia da abertura econômica do estado por setores, municípios e regiões.

Palavras-chave: COVID-19; vulnerabilidade socioeconômica; municípios; Ceará.

Vulnerabilidad socioeconómica a la COVID-19 en municipios de Ceará

Los efectos de la pandemia de COVID-19 han causado graves impactos socioeconómicos, exponiendo la vulnerabilidad de los estados y municipios brasileños. Considerándola en un sentido amplio, la vulnerabilidad está relacionada con la susceptibilidad social y económica a los riesgos o pérdidas potenciales causados por eventos extremos. En este contexto, este artículo tiene como objetivo identificar la vulnerabilidad socioeconómica de los municipios de Ceará, el epicentro de la pandemia de COVID-19 en la región noreste. Para ello, se realizó un estudio exploratorio cuantitativo, utilizando información secundaria obtenida a través de bases de datos públicas del gobierno. La vulnerabilidad socioeconómica de los municipios se evaluó dinámicamente, con base en un modelo matemático de pronóstico del número de casos de COVID-19 aplicado a la ciudad de Wuhan, China. Los indicadores de vulnerabilidad se calcularon con base en dos trayectorias: valor de producción y número de personas empleadas, considerando características municipales como densidad demográfica, movilidad interurbana e índice de desarrollo humano. En el caso del estado de Ceará, los resultados mostraron una serie de determinantes demográficos, sociales y económicos locales que agravan los impactos de la crisis. Los indicadores de vulnerabilidad construidos en la encuesta pueden servir como base para las decisiones de los gobiernos municipales y estatal en la cronología de apertura económica del estado por sectores, municipios y regiones.

Palabras clave: COVID-19; vulnerabilidad socioeconómica; municípios; Ceará.

Socioeconomic vulnerability in the face of COVID-19 in municipalities of Ceará

The effects of the COVID-19 pandemic have caused serious socioeconomic impacts, exposing the vulnerability of Brazilian states and municipalities. In a broad sense, vulnerability is related to social and economic susceptibility to potential risks or losses caused by extreme events. In this context, this article identifies the municipalities' socioeconomic vulnerability in the State of Ceará, the epicenter of the COVID-19 pandemic in the Northeast of Brazil. This exploratory-quantitative study adopted secondary data from government databases of public access. The socioeconomic vulnerability of the municipalities was assessed dynamically, based on a mathematical model to forecast the number of cases of COVID-19 applied to the city of Wuhan, China. The vulnerability indicators were calculated under two trajectories: production value and the number of employed persons, considering municipal characteristics such as demographic density, local mobility, and human development index. In the case of the state of Ceará, the findings show a series of demographic, social and economic determinants that aggravate the impacts of the crisis. The vulnerability indicators constructed in this research can be used as a basis for decisions by municipal and state governments in the chronology of economic openings by sectors, municipalities, and regions.

Keywords: COVID-19; socioeconomic vulnerability; municipalities; Ceará.

1. INTRODUÇÃO

Rittel e Webber (1973) introduziram o conceito de fenômenos perversos, os quais, por sua própria natureza, são entendidos como problemas quase insolúveis. Uma possível resolução ou amenização desses episódios exigiria certos esforços coletivos, uma vez que são considerados incertos e controversos. A literatura aponta algumas características essenciais desses eventos: são problemas indeterminados, carregam singularidades, são difíceis definir, não têm um diagnóstico único e as consequências geradas pelas soluções propostas são irreversíveis. Esses problemas não seguem uma estrutura racional, modificando-se a cada solução proposta, isto é, tais ameaças não podem ser analisadas de forma isolada, porquanto compreendem um subconjunto de problemas que interagem de maneira simultânea, provocando um efeito em cascata (Head & Alford, 2015).

Surtos patológicos podem ser considerados dentro do escopo de fenômenos perversos, uma vez que existe uma série de fatores envolvidos no estado de saúde e na qualidade de vida de um indivíduo, entre eles ambiente, condição de vida, predisposição genética e mais uma variedade de fatores sociais e econômicos (Kreuter, Rosa, Howze, & Baldwin, 2004). Surtos virais pandêmicos como o H1N1 e, mais recentemente, a COVID-19 são impactantes para a saúde, mas também trazem consequências indiretas ao funcionamento da economia global (McClafferty, 2010).

A pandemia da COVID-19, causada pelo coronavírus, tem gerado uma crise mundial que demanda estratégias emergenciais e ação coletiva para solucionar o problema pandêmico. Diante dessas considerações, é perceptível uma vulnerabilidade biológica, física e espacial, bem como uma instabilidade social e econômica. Salienta-se que essas inseguranças têm sido trabalhadas de forma ampla na literatura. Só nas dimensões social e econômica, há vários exemplos de estudos, Rakauskiene e Strunz (2016), Briguglio, Cordina, Farrugia, e Vella (2009). No entanto, ainda há uma escassez de pesquisas que trabalhem a fragilidade socioeconômica em relação a fenômenos perversos específicos, como a atual pandemia que assola a economia local e global, assim como o levantamento de suas consequências para o mercado e a sociedade.

Ressalta-se a relevância deste estudo, uma vez que o Ceará é o estado com mais casos confirmados da COVID-19 no Nordeste (401 pessoas infectadas até 31 de março) e, dessa forma, epicentro da

região (Secretaria de Saúde do Ceará [Sesa], 2020). Assim, diante dessas considerações, estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: qual é a fraqueza socioeconômica dos municípios do Ceará quanto aos efeitos da pandemia da COVID-19, tendo a capital, Fortaleza, como epicentro? De imediato, estabeleceu-se como objetivo identificar a insegurança socioeconômica dos municípios cearenses quanto à pandemia da COVID-19.

2. VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA

A vulnerabilidade no sentido social e econômico se relaciona à suscetibilidade material ou moral de determinados grupos sociais ou da sociedade a riscos ou perdas potenciais causadas por eventos extremos (Hand, Eichman, Triepke, & Jaworski, 2018). Diante dessas considerações, ameaças pandêmicas como a COVID-19 mexem com a dinâmica espacial, gerando diversas inseguranças, entre elas biológica, política, econômica e social (Li et al., 2020; Jia, Li, Jiang, & Guo, 2020). Mclafferty (2010) explica que a presença de patógenos em determinado local é condição necessária para a transmissão desse surto pelo ambiente, mas não suficiente. Assim, a exposição das pessoas à ameaça as alcança de forma desigual, variando conforme a região em que o indivíduo se encontra, sua resistência à doença e acesso a tratamento eficaz.

O curso de ação estabelecido pelos estados para conter o avanço da pandemia foi a medida de quarentena, para os casos suspeitos, e recomendação de isolamento social, para os demais. Essa reclusão vem trazendo consequências diretas à economia, haja vista que atinge os serviços não essenciais, como bares, restaurantes, lanchonetes e similares, igrejas, templos e locais de adoração, museus, cinemas, teatros e outros pontos de turismo e lazer, lojas em geral, academias e indústrias (Decreto n. 33.519 de 19 de março de 2020, 2020).

Um exemplo recente de surto viral que trouxe graves consequências à economia mundial foi a pandemia causada pela Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV-2). Siu e Wong (2004) relatam que, até meados de abril de 2003, só em Hong Kong, pelo menos 50 restaurantes foram fechados temporariamente, e as vendas nesse setor caíram 20%. Além disso, os setores de turismo e companhias aéreas também foram bastante afetados. O primeiro teve uma queda de 10,4% na quantidade de visitantes no país; o segundo, perda estimada de 3 milhões de dólares por dia, tendo em vista que os cancelamentos de voos por todo o país subiram de 10% no fim de março para 40% em meados de abril (Siu & Wong, 2004).

Tais ameaças devem ser encaradas como verdadeiros fenômenos perversos. Por apresentarem características singulares, para minimizar seus efeitos debilitantes, é necessária a adoção de um plano estratégico emergencial que trabalhe sob uma perspectiva diferente de sistemas racionais, já que não existe uma única solução que pudesse resolver a questão – e, adotada uma, esta possivelmente mudaria a compreensão do problema (Head & Alford, 2015; Rittel & Webber, 1973).

3. METODOLOGIA

Haja vista o objetivo, esta pesquisa de natureza quantitativa se caracteriza como um estudo exploratório, utilizando como estratégia o levantamento de dados secundários. Os índices calculados foram a vulnerabilidade socioeconômica ampla (VA), a vulnerabilidade territorial (VT) e a vulnerabilidade dinâmica (VD). Os resultados foram associados à projeção da taxa de crescimento do número de infectados pelo novo coronavírus nos 184 municípios do estado do Ceará, tendo Fortaleza como epicentro.

As informações secundárias foram obtidas de bases de dados públicas governamentais elencadas a seguir:

- 1) Relação Anual de Informações Sociais (Rais), a qual contém a classificação de setores agrupados em classes estabelecidos pelo Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0.
- 2) Aspectos referentes à mobilidade turística do estado, obtidos do Ministério do Turismo (MTUR, 2020).
- 3) Elementos sobre o panorama sociodemográfico de cada município do Ceará, obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para análise das atividades econômicas do estado, optou-se por extrair os dados por classes de setores, representando uma divisão das classes do CNAE em cinco níveis. Desse modo, foi possível analisar a estrutura da economia local em detalhes (IBGE, 2020b). Num universo de 673 classes disponíveis, a economia do estado contempla um total de 610 delas, incluindo atividades econômicas dos setores primário, secundário e terciário.

Em relação aos materiais referentes à mobilidade turística, o Ministério do Turismo (2020) define e classifica as áreas prioritariamente turísticas, categorizando-as de A a E. Tal classificação varia de acordo com o desempenho da economia do município no setor de turismo, estimando-se a demanda internacional e doméstica deles. Esses conceitos proporcionaram a análise do fluxo intermunicipal de pessoas, servindo de base para a identificação das localidades com maior mobilidade urbana, fator diretamente relacionado à suscetibilidade a surtos infecciosos (Lins-de-Barros, 2017).

A análise foi dividida em três etapas, calculadas por duas trajetórias: número de pessoal ocupado e valor da produção. Na primeira, obteve-se o número total de vínculos ativos por município, ao passo que na segunda se estimou o valor de participação de cada setor no Produto Interno Bruto (PIB) do estado, com base no número de empregos gerados e no valor de salário médio produzido pelos setores. Na primeira equação, por meio da qual se calcula a VA, mensurou-se a vulnerabilidade econômica das regiões. Com base nessas informações, geraram-se as seguintes equações adaptadas de Nelson e Grubestic (2018):

$$VA = \sum_{i=1}^n (V \cdot E_j) \quad (\text{Equação 1})$$

V = Número total de pessoal ocupado (vínculos ativos) ou estimativa do valor de participação dos setores no PIB no respectivo ano e município (reais).

E_j = Vulnerabilidade do j-ésimo índice de classe do respectivo município (variando de 0,1 a 1).

Para o cálculo E_j , foram avaliadas três categorias para cada classe de atividade econômica. A primeira delas foi a posição da classe na cadeia de suprimentos, em que pontuações de 1 a 4 foram atribuídas, considerado o impacto sofrido por cada classe com base no Decreto nº 33.519, de 2020, estabelecido pelo governo do estado. Em contato humano, foram avaliados os setores que têm maior proximidade com o público, facilitando, assim, a transmissão da doença. Nessa categoria, as pontuações atribuídas variaram de 0 a 3, em números inteiros, ponderando o porte das empresas, a

possibilidade de trabalho em *home office*, além do contato direto com clientes ou demais colaboradores. A terceira avaliação se referiu ao nível de internacionalização das classes, analisando-se os setores mais dependentes de exportação e/ou importação. Nesse, igualmente, as pontuações variaram de 0 a 3. Por fim, os valores atribuídos foram somados, divididos por 10 (variando de 0,1 a 1) e multiplicados pelos valores referentes ao pessoal ocupado ou ao valor de participação dos setores no PIB anual de cada município.

Mensurada a VA, prosseguiu-se para a segunda etapa, incluindo as características municipais. Nesse ponto, mensurou-se o índice de vulnerabilidade territorial (IVT_m). A primeira variável de análise foi a densidade demográfica (D), extraída do IBGE (2020a), separada em quartis da menor para a maior concentração. Para a segunda variável, mobilidade turística (M), obtida no Ministério do Turismo (2020), seguiu-se o mesmo raciocínio. Por fim, quanto ao indicador de desenvolvimento social (ID) por municípios, utilizou-se o índice de desenvolvimento humano (IDH), extraído novamente do IBGE (2020a). O cálculo dos quartis considerou uma relação inversamente proporcional, pois índices menores de IDH indicavam quartis mais elevados. Determinou-se, para cada variável, em qual quartil o município se enquadrava e se estabeleceu para elas (D, M e ID) os seguintes valores: Q1 (0,0825), Q2 (0,165), Q3 (0,2475), Q4 (0,333). Assim, tem-se:

$$IVT = VA \cdot (D + M + ID) \quad (\text{Equação 2})$$

IVT = Vulnerabilidade por pessoal ocupado (vínculos ativos) ou vulnerabilidade por PIB (reais) no respectivo município.

D = Densidade demográfica do respectivo município (habitantes/km²).

M = Mobilidade turística do respectivo município (número de viajantes).

ID = Indicador de desenvolvimento do respectivo município (IDH, variando de 0 a 1).

A terceira etapa da pesquisa foi associar os indicadores de vulnerabilidade à dinâmica dos casos confirmados de coronavírus nos municípios do estado. Para tanto, mediante um modelo matemático de previsão de número de casos da COVID-19 aplicado na cidade de Wuhan, epicentro do surto na China, estimou-se o tempo de duração da infecção nas cidades cearenses. O modelo é baseado na representação de crescimento de Gompertz (1825), cujo objetivo original era analisar a extinção de populações. Tal modelo foi adotado na pesquisa de Jia et al. (2020), a fim de descrever a disseminação do vírus em Wuhan e estudar os fatores que afetam a propagação dele. Assim, a equação adotada foi a seguinte:

$$Q_t = a e^{-be - c(t-t_0)} \quad (\text{Equação 3})$$

Q_t = Casos cumulativos confirmados (número de casos).

a = Número máximo de casos confirmados previstos.

b e c = Coeficientes de ajuste.

t = Número de dias desde o primeiro caso.

t_0 = Dia em que ocorreu primeiro caso.

Foram estimados os parâmetros da equação dos municípios do Ceará com base nos coeficientes aplicados em Wuhan. A equação foi ajustada pela ferramenta *solver* do Excel, de modo a otimizar os parâmetros da equação 3, tendo como objetivo a soma das diferenças ao quadrado da estimativa dos casos pela equação 3 e os casos reais em Fortaleza. Inicialmente, foram usados os valores encontrados na estimativa realizada por Jia et al. (2020) para a região chinesa, exceto o parâmetro dos casos máximos estimado numa proporção dos casos de Wuhan aplicados à população de Fortaleza. Na época da estimativa, não havia parâmetros sobre o máximo de casos notificados em nossas cidades, o que levou a estimativas minimizadas para esse teto. Entretanto, a curva não foi prejudicada para o que se pretendia estimar, uma vez que o foco da pesquisa era a aceleração e a velocidade média nas diferentes fases.

Outra questão que se tem, em defesa da estimativa inicial com o teto de casos, é o cenário que se desenhou de forma menos pessimista para a dinâmica estimada, o que deveria desfavorecer a política de isolamento social. Mas, mesmo assim, percebe-se no resultado que o isolamento é desejável. Dessa forma, o resultado foi uma curva, em cenário otimista, ajustada aos casos acumulados de Fortaleza como epicentro dos casos reais no Ceará. Tal curva foi dividida em três fases:

- 1) A inicial crescente acelerada (fase 1), na qual a curva cresce de maneira acelerada, ou seja:
 $dQ_t/dt > 0$ e $d^2Q_t/dt^2 > 0$.
- 2) A crescente desacelerada resistente (fase 2), que engloba casos acumulados que crescem de forma desacelerada e com velocidade média crescente:
 $dQ_t/dt > 0$ e $d^2Q_t/dt^2 < 0$ e $d(Q_t/t)/dt > 0$.
- 3) A residual (fase 3), com casos acumulados crescentes, de forma desacelerada, mas com velocidade média decrescente:
 $dQ_t/dt > 0$ e $d^2Q_t/dt^2 < 0$ e $d(Q_t/t)/dt < 0$.

Q_t/t = velocidade média dos casos.

Ao associar essas fases aos indicadores de vulnerabilidade, ajustando-os à dinâmica da curva de casos para o tempo em dias de cada fase, na primeira fase se encontrou uma vulnerabilidade crescente acelerada (VD_a), que é mensurada em função da VT (Equação 2):

$$VD_a = \frac{IVT}{360} \cdot t_a \quad \text{(Equação 4)}$$

VD_a = Vulnerabilidade crescente acelerada e de velocidade crescente por pessoal ocupado (vínculos ativos) ou por PIB (reais) no respectivo município.

IVT = Índice de VT do município na fase inicial crescente acelerada (fase 1) para o pessoal ocupado (vínculos) ou PIB (reais).

t_a = tempo em dias da fase 1.

Já na segunda fase, como há uma desaceleração de casos, mas a velocidade ainda é crescente, o impacto na economia se torna maior porque o efeito acumulativo não é dissipado na percepção dos agentes econômicos. Por consequência, a vulnerabilidade ainda tende a se elevar. Para calcular a diferença entre as duas fases, portanto, encontrou-se um corretor da segunda para a primeira fase

em função da velocidade com que esses casos ocorrem em comparação uma com a outra. Assim, na segunda fase, os IVT foram calculados com base na seguinte equação:

$$VD_d = IVT \cdot \frac{I_c}{360} \cdot t_d \quad (\text{Equação 5})$$

VD_d = Vulnerabilidade crescente acelerada e de velocidade decrescente – denominada, pois, de decrescente resistente total por pessoal ocupado (vínculos ativos) ou por PIB (reais) no respectivo município.

IVT = Índice de vulnerabilidade territorial por pessoal ocupado (vínculos ativos) ou por PIB (reais) no respectivo município.

I_c = Corretor em função da velocidade com que os casos de coronavírus ocorrem entre as duas primeiras fases.

t_d = Tempo em dias da fase 2.

O I_c é calculado pela relação da velocidade da primeira e da segunda fases, isto é:

$$I_c = \frac{Q_i/t(\text{fase 2})}{Q_i/t(\text{fase 1})} \quad (\text{Equação 6})$$

Na terceira, vulnerabilidade residual, há a desaceleração dos casos e da velocidade de propagação. Nesse caso, pressupõe-se que o impacto sobre a atividade econômica passe a ser residual, uma vez que a região alcança o máximo de infectados. Essa fase, mesmo intensivamente menor, em termos de impacto pode se estender no tempo de forma muito imprevisível, o que dependerá da capacidade de recuperação da economia e da ocorrência de fenômenos imprevisíveis. Assim, na terceira fase, os IVT foram calculados com base em três cenários, indo do ponto de inflexão que marca o fim da segunda fase até 120° (cenário 1), de 121° a 180° (cenário 2) e de 181° a 360° dia (cenário 3). Mais uma vez, para cada cenário foram utilizados como parâmetros tanto o valor de produção quanto o número de pessoal ocupado, seguindo a seguinte equação:

$$VR = IVT \cdot \frac{I_R}{360} \cdot t_{Ri} \quad (\text{Equação 7})$$

IVT = Índice de vulnerabilidade territorial por pessoal ocupado (vínculos ativos) ou por PIB (reais) no respectivo município.

I_R = Corretor em função da velocidade com que os casos de coronavírus ocorrem entre a primeira e a última fases.

t_{Ri} = Tempo em dias da fase 3 para os i -ésimos cenários de diferentes períodos de recuperação.

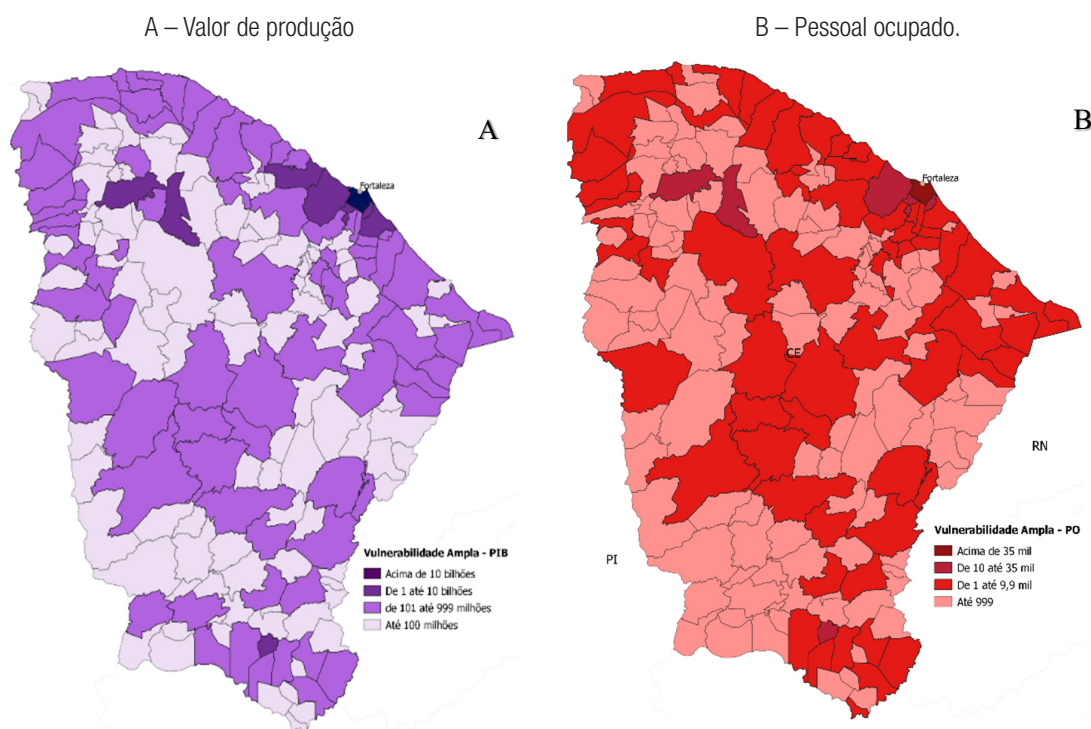
O I_R é calculado pela relação da velocidade da primeira e da terceira fases, isto é:

$$I_R = \frac{Q_i/t(\text{fase 3})}{Q_i/t(\text{fase 1})} \quad (\text{Equação 8})$$

4. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMPLA

Na VA foram priorizados os aspectos econômicos, e os resultados dessa análise podem ser contemplados na Figura 1.

FIGURA 1 ÍNDICES DE VA POR MUNICÍPIOS



Fonte: Elaborada pelos autores com Qgis 3.4.

Observando os mapas, percebe-se que o município com maior índice de vulnerabilidade, considerando o pessoal ocupado, é Fortaleza, com 396 mil vínculos ativos vulneráveis, o que representa 52,2% do total do estado, seguido por Juazeiro do Norte e Maracanaú, com índices de quase 33 mil (4,3%) e 32 mil vínculos ativos (4,2%), respectivamente. A capital teve um grande impacto nos resultados, uma vez que compreende mais de 768 mil (52,2%) vínculos empregatícios formais no Ceará (Rais, 2018).

Juazeiro do Norte, que tem mais de 49 mil empregos formais, apesar de ter um quadro de pessoal ocupado 14,3% menor que Maracanaú, aparece na segunda colocação entre os municípios mais vulneráveis nesse aspecto, já que 15.904 vínculos ativos se concentram em atividades do setor terciário, mais precisamente no de comércio e no de serviços. Somado o total de pessoal ocupado das duas regiões, são potencialmente 30.451 demissões que poderiam ser geradas nesses setores, os quais se encontram em áreas de extrema vulnerabilidade socioeconômica.

O segundo parâmetro para analisar a VA considerava a estimativa do valor de participação dos setores no PIB do respectivo município. Sem grandes mudanças, novamente Fortaleza é a região mais vulnerável, com índice superior a R\$ 37 bilhões, isto é, quase o sétuplo e o décuplo da segunda e da terceira colocações, as quais ficaram com Maracanaú e Caucaia, respectivamente. Na capital,

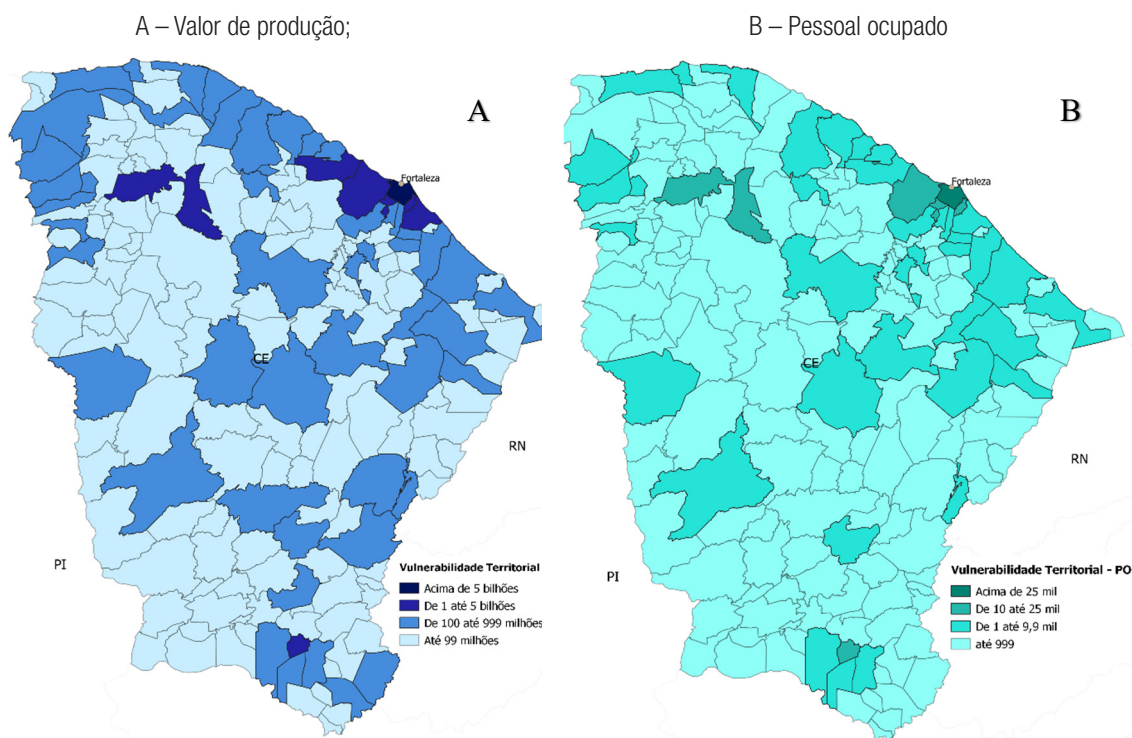
a remuneração salarial média nas atividades de comércio e serviço somam quase R\$ 332 milhões, representando 16,3% do total de salários do município. De acordo com estudos anteriores – como os de Siu e Wong (2004) e Mckercher (2003) –, esses foram os setores que mais sofreram com surtos virais, dando destaque a atividades relacionadas a turismo e hotelaria, tendo em vista que a transmissão em larga escala gera medo, insegurança e distanciamento social, o que afetando o interesse dos visitantes. No Brasil, o número de estabelecimentos nesse segmento, representado basicamente por pousadas, hotéis, *resorts*, *flats* e *hostels*, saltou de cerca de 10,7 mil no 3º semestre de 2018 para aproximadamente 14 mil no mesmo período de 2019, tendo um crescimento de 19,5% só no Ceará (Sistema de Cadastro de Pessoas Físicas e Jurídicas que Atuam no Setor do Turismo [Cadastur], 2019).

Nesse parâmetro de mensuração da VA, Maracanaú subiu uma posição, com um índice de vulnerabilidade próximo a R\$ 5,5 bilhões (6,3%), seguida de Caucaia, com R\$ 3,6 bilhões (4,2%). Juazeiro do Norte, segunda colocada no item anterior, também aparece na análise desse item entre os 5 municípios mais vulneráveis do estado, com um índice de aproximadamente R\$ 3 bilhões.

4.1. Análise da vulnerabilidade territorial

Além dos aspectos setoriais de cada atividade econômica, algumas variáveis são essenciais para mensurar a vulnerabilidade socioeconômica de determinada comunidade ou território. Dito isso, os resultados da mensuração da VT podem ser contemplados na Figura 2.

FIGURA 2 ÍNDICES DE VT POR MUNICÍPIOS



Fonte: Elaborada pelos autores com Qgis 3.4.

Para o cálculo de VT, novamente foram consideradas as duas trajetórias: valor de produção e número de pessoal ocupado. Quanto à primeira, outra vez os municípios mais vulneráveis foram Fortaleza, com um índice de R\$ 27,9 bilhões (47,1% do total do estado), seguida novamente por Maracanaú (R\$ 3,2 bilhões), Caucaia (R\$ 2,4 bilhões), Juazeiro do Norte (R\$ 2,2 bilhões) e Sobral (R\$ 2,1 bilhões), cujos índices, somados, representam cerca de um terço da vulnerabilidade apresentada pela capital.

Quando o parâmetro é o número de pessoal ocupado, a ordem se assemelha aos resultados da VA. Fortaleza lidera o *ranking* com um índice de 296.864 vínculos formais ativos, seguida por Juazeiro do Norte (24,7 mil vínculos), Maracanaú (18,5 mil vínculos), Sobral (18,3 mil vínculos) e Caucaia (15,6 mil vínculos). Quanto às características territoriais, todos se posicionam entre os 10 municípios com maior IDH, mobilidade e densidade demográfica. Embora esses indicadores apresentem sinais opostos no cálculo da VA municipal, o alto IDH não foi suficiente para reduzir os fortes efeitos da mobilidade e da densidade demográfica na vulnerabilidade dos municípios.

Por fim, a Tabela 1 classifica os municípios do estado por mesorregiões, indicando o total dos valores de produção e o pessoal ocupado nessas áreas nos respectivos índices de vulnerabilidade.

TABELA 1 TOTAL DE VALOR DE PRODUÇÃO E PESSOAL OCUPADO POR MESORREGIÃO

Mesorregião	VA - PIB	VT - PIB	VA - PO	VT - PO
Noroeste cearense	8.504.949.874,79	6.023.683.168,83	69.629	49.476,64
Norte cearense	5.587.181.761,02	4.036.853.559,25	38.939	28.091,69
Mesorregião metropolitana de Fortaleza	45.973.015.666,37	33.779.648.483,16	455.034	336.380,17
Sertões cearenses	8.705.831.804,19	4.897.179.771,22	58.082	32.252,49
Jaguaribe	6.525.709.192,14	3.846.025.844,95	49.806	29.667,55
Centro-sul cearense	2.053.787.915,06	1.308.355.237,63	16.524	10.332,06
Sul cearense	7.316.606.328,06	4.799.807.276,98	69.778	46.642,11
TOTAL	84.667.082.541,63	58.691.553.342,02	757.792	532.842,71

Fonte: Elaborada pelos autores.

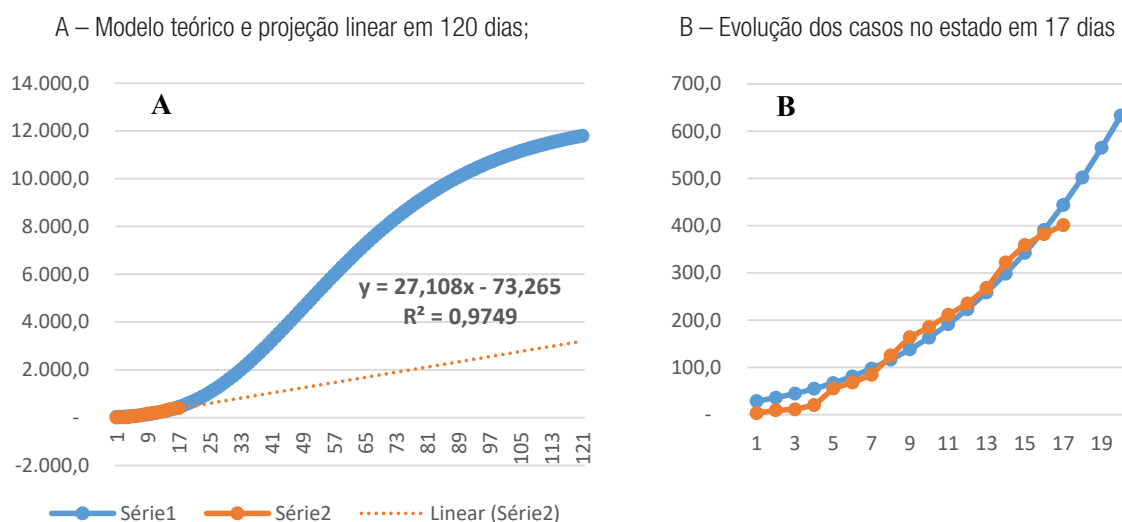
A tabela revela que a mesorregião que apresentou maiores índices de vulnerabilidade foi a Região Metropolitana de Fortaleza, a qual reúne um número menor de municípios em relação às demais (Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Maranguape, Horizonte, Pacajus, Pacatuba, Itapajé e Itaitinga), sendo que 5 deles estão entre os 20 municípios mais vulneráveis do estado. Considerando-se apenas a VT, há um potencial de perda de R\$ 33,7 bilhões no valor de produção e 336 mil vínculos formais ativos que poderiam resultar em demissões, já que essas regiões estão no início da linha de vulnerabilidade.

4.2. Análise da vulnerabilidade dinâmica e do isolamento social

Para a análise da VD, a primeira fase (crescente acelerada) foi projetada de 15 de março a 28 de abril, enquanto a segunda (crescente desacelerada resistente) foi projetada de 29 de abril a 21 de maio. Para a terceira (residual), 3 cenários foram construídos: iniciando no dia 22 de maio até chegar ao 120º dia

(cenário 1); do 121º dia de iniciada a fase residual até o 180º dia (cenário 2); e do 181º dia de iniciada a fase residual até o 360º dia (cenário 3). Assim, uma vez que Fortaleza é dada como epicentro do estado, estipulou-se sua curva de casos acumulados como a dinâmica de influência econômica para os demais municípios. O modelo matemático de Gompertz ajustado aos casos de infecção confirmados no Ceará pode ser observado no Gráfico 1. Estimou-se, com base nos casos confirmados, uma linha de tendência, por regressão linear, como forma de simular o efeito das medidas de isolamento social tomadas pelo governo do estado sobre os casos confirmados da COVID-19.

GRÁFICO 1 CURVA DE GOMPETZ AJUSTADA AOS CASOS REAIS E PROJEÇÃO DA LINHA DE TENDÊNCIA, REPRESENTADO OS CASOS FUTUROS COM EFEITO DO ISOLAMENTO SOCIAL IMPLANTADO



Legenda: Série 1 – Curva de Wuhan; Série 2 – Curva do estado do Ceará; Linear – Projeção linear para os casos no estado do Ceará; Série azul – Curva de Gompertz ajustada; Série vermelha – Casos confirmados; Série tracejada – Tendência linear do isolamento social.
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Ao analisar a curva teórica ajustada, encontraram-se os corretores dos dias para cada fase proposta na metodologia. Ajustou-se ainda uma tendência linear com base no comportamento dos casos confirmados para o cenário de isolamento social estabelecido. De forma resumida, os achados da VD, referentes a PIB e pessoal ocupado, são expostos na Tabela 2.

A segunda fase (resistente) da curva de evolução da pandemia apresentou o maior valor absoluto de vulnerabilidade, cerca de R\$ 21,2 bilhões e 192,4 mil vínculos ativos. Esse valor é reduzido de forma progressiva ao longo dos 3 períodos que compõem a terceira fase (residual), consequência da diminuição percentual do número de casos entre períodos. Como o número de casos é fator determinante para o cálculo da vulnerabilidade de cada fase, observa-se que mesmo períodos mais curtos apresentaram índices de vulnerabilidade superiores, como é o caso do cenário entre os dias 120 e 180 da fase residual (PIB: R\$ 11,5 bilhões; Pessoal ocupado: 104,2 mil).

TABELA 2 TOTAL DOS ÍNDICES DE VULNERABILIDADE DO CEARÁ POR FASES DA DINÂMICA DOS CASOS (SEM ISOLAMENTO SOCIAL)

Vulnerabilidades	Dinâmica Sem Isolamento Social				
	1ª Fase (inicial)	2ª Fase (resistente)	3ª Fase (residual)		
			120º dia	180º dia	360º dia
Territorial – PIB	5.217.026.964	21.194.172.040	17.803.104.514	11.477.459.320	10.189.505.789
Territorial – PO	47.364	192.415	161.629	104.200	92.507

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Por outro lado, a Tabela 3 mostra a VD no cenário de isolamento social, bem como sua diferença percentual com os cenários sem isolamento e a curva de Gompertz evoluindo livremente. Não se consideraram as fases da curva de Gompertz porque o comportamento da curva estimada (com isolamento) é linear e a velocidade média dos casos é praticamente constante, o que gerou um corretor para todos os períodos, sendo este relacionado à velocidade dos casos já confirmados.

TABELA 3 TOTAL DA VULNERABILIDADE DAS FASES, CONSIDERANDO ATÉ 120, 180 E 360 DIAS, PARA O ESTADO DO CEARÁ (COM ISOLAMENTO SOCIAL)

Vulnerabilidade	120º dia	180º dia	360º dia
Territorial – PIB	5.086.601.290	2.543.300.644	7.629.901.935
Territorial – PO	46.180	69.270	138.539
Varição com x sem isolamento	120º dia	180º dia	360º dia
Territorial – PIB	71,43%	77,84%	25,12%
Territorial – PO	71,43%	77,84%	25,12%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os dados revelam que a estratégia de isolamento estabelece vulnerabilidades dinâmicas menores tanto para o valor das atividades produtivas quanto para os empregos formais do estado. Mais relevante ainda, observa-se que, ao manter o isolamento por mais dias, a vulnerabilidade econômica tende a ser menor em relação à situação sem isolamento. Contudo, como vulnerabilidade não é impacto econômico, não se pode dizer de forma clara qual seria o tempo mais indicado de suspensão das medidas de vulnerabilidade, sendo que seu maior efeito se encontra entre o 120º e 180º dia.

5. CONCLUSÃO

Neste estudo, cujo objetivo era identificar a instabilidade socioeconômica dos municípios do Ceará quanto à COVID-19, os achados evidenciaram os efeitos da pandemia num contexto econômico composto basicamente pelo setor de serviços, marcado pelo contato e pela interação social. No caso do estado, uma série de determinantes demográficos, sociais e econômicos locais agravam os impactos da crise. A concentração de atividades na região metropolitana e a confluência da mobilidade humana para a região acabam por criar uma forte influência sobre as demais. Aliado ao baixo IDH e ao reduzido dinamismo econômico dos demais municípios, desenvolve-se uma dependência econômica limitante, restrita ao potencial econômico da capital. Em conjunto, esses fatores acabam por ampliar a insegurança geral do estado, dificultando o enfrentamento de crises com sérias repercussões econômicas. Políticas de desenvolvimento inter-regionais devem ser conduzidas com o intuito de descentralizar essa dependência.

Quanto à VD proposta neste artigo, ela demonstra que o isolamento social torna a economia menos exposta e que se dá provavelmente durante os primeiros 120 dias, o que pode servir de orientação em relação aos tipos e aos setores a serem mais bem tratados pelas políticas mitigadoras dos impactos econômicos da COVID-19. Portanto, as fragilidades tratadas nesta pesquisa, com bases no PIB e no pessoal ocupado, podem estabelecer diferentes estratégias de minimização do impacto da COVID-19, seja para os municípios, em particular, seja para regiões do estado. Por exemplo, em algumas cidades é imprescindível a implementação de instrumentos de incentivo direto às empresas e à geração de riqueza. Em outros casos, o governo deve intensificar medidas de apoio e minimização dos efeitos econômicos da pandemia, como é o caso da perda de postos de trabalho.

Assim, a mensuração de índices de vulnerabilidade auxilia na tomada de decisão quanto às medidas estratégicas adotadas para diminuir a suscetibilidade dessas áreas. Seu uso permitirá, dessa forma, fazer comparações entre municípios do mesmo estado, mas de configurações socioeconômicas bem distintas – como é o caso do Ceará, em que os resultados mostram uma grande variação entre os municípios de Pacatuba, o qual tem os menores índices do estado (VT_{PIB} e VT_{po} , respectivamente, R\$ 8,8 milhões e 60 vínculos formais ativos), e Fortaleza (VT_{PIB} e VT_{po} , respectivamente, R\$ 27,9 milhões e 296,8 mil vínculos formais ativos). Consequentemente, as variáveis e os indicadores usados para o cálculo da instabilidade podem servir de base para as decisões de governos municipais e estadual na cronologia da reabertura econômica por setores, municípios e regiões, considerando as fragilidades mais elevadas como mais urgentes. Por fim, para o desenvolvimento de pesquisas futuras, sugere-se mensurar a insegurança considerando os 3 estágios apresentados nesta pesquisa (ampla, territorial e dinâmica) em outros estados ou regiões considerados epicentros.

REFERÊNCIAS

- Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., & Vella, S. (2009). Economic vulnerability and resilience: concepts and measurements. *Oxford Development Studies*, 37(3), 229-247.
- Decreto n. 33.519 de 19 de março de 2020. (2020). Dispõe sobre as medidas para o enfrentamento da pandemia do novo coronavírus e dá outras providências. Recuperado de <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=391458>
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. ... Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598-606.
- Gompertz, B. (1825, 16 de junho). XXIV. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. In a letter to Francis Baily, Esq. F. R. S. & c. *Phil. Trans. R. Soc.*, 115, 513-583. Recuperado de <http://doi.org/10.1098/rstl.1825.0026>
- Hand, M. S., Eichman, H., Triepke, F. J., & Jaworski, D. (2018). *Socioeconomic vulnerability to ecological changes to National Forests and Grasslands in the Southwest*. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Head, B. W., & Alford, J. (2015). Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management. *Administration & Society*, 47(6), 711-739.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020a). *IBGE Cidades*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020b). *Comissão Nacional de Classificação (Concla)*. Recuperado de <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html>
- Jia, L., Li, K., Jiang, Y., Guo, X., Zhao, T. (2020). Prediction and analysis of coronavirus disease 2019. *arXiv:2003.05447*.
- Kreuter, M. W., Rosa, C., Howze, E. H., & Baldwin, G. T. (2004). Understanding wicked problems: a key to advancing environmental health promotion. *Health Education & Behavior*, 31(4), 441-454.
- Li, R., Pei, S., Chen, B., Song, Y., Zhang, T., Yang, W., & Shaman, J. (2020, 01 de maio). Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (Sars-CoV2). *Science*, 368, (6490), 489-493. Recuperado de <http://doi.org/10.1126/science.abb3221>
- Lins-de-Barros, F. M. (2017). Integrated coastal vulnerability assessment: a methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions-Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 149, 1-11.
- Mckercher, B. (2003). SIP (Sars induced Panic) a greater threat to Tourism than Sars (Severe acute respiratory Syndrome). *E-revise of Tourism Research (ERTR)*, 1(1), 17-18.
- Mclafferty, S. (2010). Placing pandemics: geographical dimensions of vulnerability and spread. *Eurasian Geography and Economics*, 51(2), 143-161.
- Ministério do Turismo. (2020). *Dados e fatos*. Recuperado de <http://dadosefatos.turismo.gov.br>
- Nelson, J. K., & Grubestic, T. H. (2018). Oil spill modeling: risk, spatial vulnerability, and impact assessment. *Progress in physical geography: earth and environment*, 42(1), 112-127.
- Rakauskiene, O. G., & Strunz, H. (2016). Approach to reduction of socioeconomic inequality: decrease of vulnerability and strengthening resilience. *Economics & Sociology*, 9(4), 243.
- Relação Anual de Informações Sociais. (2018). *Bases estatísticas Rais/Caged*. Recuperado de <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155-169.
- Secretaria de Saúde do Ceará. (2020). Arquivos Coronavírus (COVID-19). *Boletim epidemiológico novo coronavírus (COVID-19) – 26 de março de 2020*. Recuperado de <https://www.saude.ce.gov.br/download/arquivos-coronavirus-covid-19/>
- Sistema de Cadastro de Pessoas Físicas e Jurídicas que Atuam no Setor do Turismo. (2019). *Prestadores de serviços turísticos – Cadastur*. Recuperado de <http://dados.turismo.gov.br/cadastur>
- Siu, A., & Wong, Y. C. R. (2004). Economic impact of Sars: the case of Hong Kong. *Asian Economic Papers*, 3(1), 62-83.

Samuel Façanha Câmara



<https://orcid.org/0000-0002-8333-6997>

Doutor em Economia e Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual do Ceará (PPGA-UECE). E-mail: samuel.camara@uece.br

Francisco Roberto Pinto



<https://orcid.org/0000-0003-2559-1524>

Doutor em Administração e Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual do Ceará (PPGA-UECE). E-mail roberto.pinto@uece.br

Felipe Roberto da Silva



<https://orcid.org/0000-0001-7902-4432>

Mestrando em Administração no Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual do Ceará (UECE). E-mail: felipe.roberto@aluno.uece.br

Felipe Gerhard



<https://orcid.org/0000-0002-1117-5960>

Doutor em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (PPGA-UECE). E-mail: gerhard.sousa@aluno.uece.br