



COVID-19 no estado do Ceará: investigação assente no enfoque de clubes de convergência

COVID-19 in the state of Ceará: research based on the focus on convergence clubs

DOI: 10.55905/revconv.16n.7-162

Recebimento dos originais: 23/06/2023

Aceitação para publicação: 21/07/2023

Charliano dos Santos Rodrigues

Mestre em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da
Universidade Federal do Ceará (PPGER - UFC)
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)
Endereço: Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: charliano.rodrigues@yahoo.com.br

Francisco José Silva Tabosa

Doutor em Economia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)
Endereço: Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: franzetabosa@ufc.br

Pablo Urano de Carvalho Castelar

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal do Ceará (UFC)
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)
Endereço: Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: pcastelar@ufc.br

Vitor Hugo Miro Couto Silva

Doutor em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da
Universidade Federal do Ceará (PPGER - UFC)
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)
Endereço: Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: vitormiro@ufc.br

Andrea Ferreira da Silva

Doutora em Economia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: andrea.economia@yahoo.com.br



Francisca Ingrid Gouveia Ferreira

Mestranda em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da
Universidade Federal do Ceará (PPGER - UFC)

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza - CE, Brasil

E-mail: ingridgouve@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento do número de casos e de óbitos nas regiões cearenses. Mais especificamente, a investigação testa a hipótese de que as condições sociais/econômicas iniciais dos municípios/regiões ensejam distintos equilíbrios (clubes de convergência) de casos e de óbitos nas regiões do Ceará, no período de maio de 2020 a outubro de 2021. Assim, foi sugerido um procedimento de etapa única para testar empiricamente a hipótese de convergência global para as 15 regiões do Ceará, no período de 2020-2021. Os resultados mostraram que a hipótese nula de convergência global foi rejeitada, indicando a existência de dois clubes de convergência em termos de números de casos de COVID-19 e de uma divergência para a mesma situação de todas as regiões do estado do Ceará. O mesmo teste aplicado para o número de óbitos conclui que há dois clubes e uma divergência nas regiões cearenses.

Palavras-chave: COVID 19, estado do Ceará, clubes de convergência.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the behavior of the number of cases and deaths in the regions of Ceará. More specifically, the investigation tests the hypothesis that the initial social/economic conditions of the municipalities/regions give rise to different balances (convergence clubs) of cases and deaths in the regions of Ceará, from May 2020 to October 2021. A single-step procedure was suggested to empirically test the global convergence hypothesis for the 15 regions of Ceará, in the period 2020-2021. The results showed that the null hypothesis of global convergence was rejected, indicating the existence of two convergence clubs in terms of numbers of COVID-19 cases and a divergence for the same situation of all regions of the state of Ceará. The same test applied to the number of deaths concludes that there are two clubs and one divergence in the regions of Ceará.

Keywords: COVID 19, state of Ceará, convergence clubs.

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, na República Popular da China (Província de Hubei e cidade de Wuhan), houve a identificação do COVID-19, denominado popularmente como *coronavírus*. A doença passou a ser pandêmica em março de 2020, com influências negativas nas áreas de saúde, social e econômica em todo o mundo (TÁVORA, 2020).



De acordo com Ministério da Saúde (2021), a transmissão da COVID-19 se dá por contato direto com secreções ou gotículas respiratórias, fezes ou superfícies contaminadas ou mediante geradores de aerossóis. Essas gotículas são facilmente transmitidas durante o espirro, a tosse e a fala. Em decorrência dessa facilidade na propagação do vírus, logo o Brasil começou a indicar casos e, pouco tempo depois, óbitos em todos os estados da Federação, entre eles Ceará. Esse alastramento deu-se no estado no sentido de Fortaleza para as demais regiões¹.

Assim, dada a situação heterogênea, no Brasil, de disseminação de casos, um dos meios que os estados tiveram no combate à disseminação do coronavírus foi a emissão de decretos expedidos pelos respectivos chefes dos executivos, estaduais e municipais, a fim de impor medidas sanitárias de controle da população, normalizando temporariamente o funcionamento de empresas, comércio, turismo e demais atividades em geral.

O primeiro decreto do estado do Ceará foi o de número 33.510, de março de 2020, que dispunha sobre medidas para enfrentamento e contenção da infecção humana pelo novo coronavírus, e determinava emergência em saúde. No período de crescentes casos, os decretos dispunham de medidas mais restritivas, como o de número 34.149, de julho de 2021, que determinava sobre toque de recolhimento da população e vedava, total ou parcialmente, o uso de locais públicos e reuniões ou atividades que gerassem aglomerações, mesmo que em propriedade privada.

Um dos dados mais importantes para se compreender a evolução de uma pandemia é o número de casos confirmados. No Brasil, entretanto, a rapidez com que o vírus se disseminou, e a baixa quantidade de testes realizados, fizeram com que houvesse o efeito de subnotificações, tornando difícil o real acompanhamento da situação. Fenômeno observado não apenas no Brasil, mas também em diversos países. Ter conhecimento do número de mortos em função de uma doença também é primordial para que os agentes públicos consigam trabalhar medidas mitigadoras dos influxos negativos produzidos por um estado pandêmico, como o do COVID-19. Um elevado índice de mortes é passível de operar consequências sociais, políticas e econômicas, ainda mais se ocorrer em escala global.

¹ De acordo com IPECE (2006), uma região de planejamento refere-se a uma área onde a dinâmica socioeconômica e geográfica de suas várias partes é dependente da aplicação de critérios administrativos instrumentalizados pelo setor público, com suporte nas necessidades de execução de determinados serviços públicos, do exercício do poder regulatório do Estado ou, por exemplo, da implementação de políticas públicas em determinada região.



A falta de testagem em massa da população leva a agravantes, como o não acompanhamento da real progressão da pandemia, comprometendo o planejamento, distribuição de recursos, avaliação da eficácia das medidas de controle adotadas e a comparação entre regiões, estados e países. Espera-se, com efeito, que exista desigualdade nos números de casos e óbitos entre regiões em consequência de vários fatores como densidade demográfica, ações políticas, sociais, econômicas etc.

Ao se conhecer o fato de que o Ceará está entre os dez mais populosos do Brasil e é o terceiro mais habitado do Nordeste (segundo a última estimativa do IBGE de 2021) - e por ser um estado com alta demanda turística por sua variedade de atrativos, desde ao litoral, passando por maciços, serra e sertão com elevada taxa de rotatividade de pessoas por dia por portos, aeroportos e rodoviárias - este se torna um objeto de estudo viável para a pesquisa agora relatada.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar o comportamento do número de casos e de óbitos nas regiões cearenses. Mais especificamente, a investigação testa a hipótese de que as condições sociais/econômicas iniciais dos municípios/regiões ensejam distintos equilíbrios (clubes de convergência) de casos e de óbitos nas regiões do Ceará, no período de maio de 2020 a outubro de 2021.

A fase escolhida para exame refere-se ao momento em que os dados começaram a ser disponibilizados na plataforma do DATASUS, de maneira uniforme, pelos municípios estudados, e vai até o início da vacinação contra a COVID-19 em casos prioritários de trabalho e comorbidades, conforme estipulado pelo Ministério da Saúde. De tal maneira, evita-se a defasagem desses indicadores nos instantes inicial e final.

Este artigo, certamente, contribui com a literatura avaliando a convergência em casos e de mortes pela COVID-19 entre as regiões do estado do Ceará, remetendo-se à abordagem de Phillips e Sul (2007), ao testarem a existência de grupos de convergência que compartilham características comuns em termos de número de casos e quantitativos de mortes no tempo estipulado.

Essa metodologia é especialmente adequada para esse tipo de variável, onde os conceitos de convergência absoluta e estocástica e/ou determinística é suscetível de ser muito exigente. De outra vertente, o teste para clubes de convergência conforma uma abordagem mais flexível, pois os clubes correspondem a variados níveis de casos em municípios que compõem as regiões cearenses.



Os clubes de convergência são úteis para examinar a evolução epidemiológica em uma região estudada em relação às demais analisadas. Esses grupos ajudam a identificar semelhanças e diferenças entre as regiões cearenses, além da possibilidade de ajudar na formulação de políticas públicas de combate a pandemias, pois, desde o momento em que se entende a evolução de uma doença em determinado local, reúnem-se os motivos que fizeram determinadas regiões registrar maiores números de casos ou óbitos em detrimento de outras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A pandemia do coronavírus 2 está relacionada à síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), causadora da doença do coronavírus 2019 (COVID-19), que emergiu no final de 2019 em Wuhan, Província de Hubei, China. A categorização desta enfermidade como pandemia veio da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2020, consoante o discurso do Diretor-Geral da OMS, após o número de casos ter aumentado 13 vezes fora da China e o total de países afetados ter sido triplicado até março de 2020.

A dinâmica da dispersão das doenças no espaço-tempo é compreensível com base na concatenação de certos fatores - como genética, demografia, variáveis socioculturais e ambientais - sobrepostos geograficamente, de acordo com o que propõem Werneck e Struchiner (1997). Outros autores discutem sobre o lugar como vetor explicativo para os estudos epidemiológicos, a exemplo de Czeresnia e Ribeiro (1997), ao assinalarem que os elementos do espaço incorporados na explicação epidemiológica se integram aos que explicam como essa moléstia sucede no corpo.

Por tal razão, segundo a OMS (2020), como meio de reduzir o contágio, os mesmos princípios básicos para diminuir o risco geral de transmissão de infecções respiratórias agudas devem ser seguidos. Entre medidas que tentam reduzir o índice de contágio, mencionam-se: a) distanciamento social; b) lavagem frequente das mãos; c) aprimoramento das práticas-padrão de prevenção e controle de infecções em hospitais, em especial, serviços de emergência.

Consoante exprime Bresser-Pereira (2021), em estudos defendidos, as políticas públicas adotadas pelos países para o enfrentamento ao COVID-19 foram divididas em três naturezas: política sanitária, visando a diminuir os números de infectados e de mortes; política fiscal, com vistas a garantir uma renda mínima para a população, reduzindo desemprego, a quebra de



empresas e a queda do PIB, em razão de medidas sanitárias adotadas; e política financeira, com o escopo de financiar despesas associadas ao COVID-19.

O desconhecimento dos mecanismos da doença e de suas modalidades de tratamento foi agravado no Brasil em função das grandes desigualdades sociais e da ausência, para partes significativas da população, de infraestrutura de sobrevivência, como saneamento básico e moradia (WERNECK; CARVALHO, 2020). Portanto, segundo Albuquerque e Ribeiro (2020), é importante refletir como a dimensão socioespacial das desigualdades condiciona e é condicionada pela pandemia de COVID-19 no território brasileiro.

No Brasil, segundo dados do Governo Federal, até o dia 24 de junho de 2022, o país já registava o total de casos acumulados de 32.023.166 e de óbitos sobrevividos de 607.229. Essas notações numéricas têm ligação direta com as políticas adotadas pelo estado para o enfrentamento da pandemia do coronavírus. A COVID-19 afetou populações do mundo todo, algumas delas com melhores condições de proteção sanitária, médico-hospitalar e econômica, enquanto outras são mais vulneráveis (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022).

Os estudos iniciais sobre convergência foram baseados no modelo neoclássico (SOLOW, 1956), cuja hipótese repousa na ideia de que as diferenças na renda *per capita* entre os países diminuiriam *pro rata temporis*, convergindo para um mesmo nível de equilíbrio no estado estacionário (SOFI; DURAI, 2016). Outra vertente da literatura sugere que, em vez de um equilíbrio global estável, são factíveis de surgir como resultado de um sistema dinâmico, vários equilíbrios localmente estáveis, ou seja, uma convergência em clubes (BILGILI; ULUCAK, 2018).

Ensaio com finalidades diversas mostram as análises que consideram a existência de múltiplos equilíbrios, ou clubes de convergência. Em um desses modelos, de acordo com Durlauf e Johnson (1995), recorrendo ao método de árvores de regressão, são exequíveis a verificação e a confirmação da hipótese de clubes de convergência para o produto *per capita* de um grupo de países.

No Brasil, as análises de clubes de convergência foram empregadas para investigar diversos problemas, dentre os quais a distribuição de indicadores de desenvolvimento humano dos municípios brasileiros (MAGALHÃES; MIRANDA, 2009), bem como o crescimento da distribuição de renda dos estados e/ou municípios do País (GONDIM; BARRETO; CARVALHO, 2007; RIBEIRO; DE ALMEIDA, 2012), para analisar a renda *per capita* da



agropecuária entre os estados (PENNA *et al.*, 2012) e a convergência de mercados agrícolas (TABOSA; IRFFI; PENNA, 2015).

Assim como as análises sobre a convergência de renda, o esforço de pesquisa ora empreendido concentra-se em estudar a dinâmica de convergência de casos e óbitos em função de covid, e incorpora a perspectiva de formação de clubes, alicerçado pela mesma ideia de que há múltiplos equilíbrios no estado estacionário.

3 METODOLOGIA

3.1 DADOS E FONTES DE INFORMAÇÕES

Neste estudo, foi utilizado um conjunto de dados dos 184 municípios do estado do Ceará, que abrange o período de maio de 2020 a outubro de 2021². Esses municípios estão distribuídos em 15 regiões: Cariri; Centro Sul; Grande Fortaleza; Litoral Leste; Litoral Norte; Litoral Oeste; Maciço de Baturité; Serra da Ibiapaba; Sertão Central; Sertão de Canindé; Sertão de Sobral; Sertão do Crateús; Sertão dos Inhamuns; e Vale do Jaguaribe.

Os indicadores utilizados sobre os municípios nesta pesquisa originam-se do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram coletados e organizados, levando em consideração o período de estudo iniciado em maio de 2020, quando já havia sido oficializada a pandemia no estado do Ceará, indo até outubro de 2021, tempo em que foi encetada a vacinação de grupos prioritários e portadores de comorbidades no Brasil.

À imediata continuação, indica-se o teste de convergência baseado em regressão, desenvolvido por Phillips e Sul (2007), inicialmente se mostrando o teste $\log t$. O ponto ímpar dessa metodologia é a não exigência de séries temporais cointegradas, ensejando que o comportamento individual seja transicionalmente divergente³. O método permite revelar endogenamente um amplo espectro de comportamento de transição entre as regiões cearenses, como convergência para um estado estacionário comum, divergência e convergência de clubes.

² Decidiu-se, neste ensaio, recorrer a informações com início em maio, pois, desse mês em diante, foi procedida à atualização diária de todos os municípios.

³ Rejeitar a cointegração não implica necessariamente ausência de aprovação ou convergência. Para mais, ver Phillips e Sul, 2007, p.1779.



3.2 O TESTE T LOG

Phillips e Sul (2007) desenvolveram a metodologia do teste *t log*, o qual identifica os clubes de convergência do número de casos e óbitos das regiões do Ceará, no período de maio de 2020 a outubro de 2021, sob a hipótese de vários tipos de heterogeneidade. A aplicação do teste *t log* conduz a se analisar o comportamento de transição do número de casos e de óbitos de coronavírus notificados nas regiões do estado do Ceará no período 2020 - 2021. Os casos são medidos em unidades, sendo atualizados diariamente, com outros casos e não contabilizando os existentes, a fim de não haver dupla contagem.

Evidencia-se, por ser necessário, que, antes de aplicar o teste, foram filtrados os dados para remover o ciclo de negócios, usando o filtro de suavização Hodrick-Prescott, conforme sugerido por Phillips e Sul (2007). Habitualmente, os dados em painel são decompostos como:

$$\log y_{it} = \varphi_i \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Em que:

φ_i representa a unidade componente característica, μ_t o fator comum e ε_{it} o termo de erro. Convergentemente, em relação às especificações aplicadas aqui, a quantidade em unidades de casos novos notificados, $\log y_{it}$ tem um fator de representação de tempo variável passível de ser derivado da representação de dados em painel convencional, assim:

$$\log y_{it} = \left(\varphi_i + \frac{\varepsilon_{it}}{\mu_t} \right) \mu_t = \delta_{it} \mu_t \quad (2)$$

Em que:

δ_{it} absorve o termo de erro e o componente específico da unidade, representando, assim, a parte idiossincrásica que varia no curso do tempo. A segunda abordagem visa a descrever a quantidade de novos casos, medindo a partir de δ_{it} da trajetória de crescimento comum μ_t que o estado *i* experimenta. Com a finalidade de modelar os coeficientes de transição δ , um coeficiente de transição relativo, h_{it} , é estabelecido:

⁴ Iniciou-se a série em 2020, pois foi quando se começou uma testagem em massa da população.



$$h_{it} = \frac{\log y_{it}}{N^{-1} \sum_{i=1}^N \log y_{it}} = \frac{\delta_{it}}{N^{-1} \sum_{i=1}^N \delta_{it}} \quad (3)$$

Assim, h_{it} representa o caminho de transição de novos casos no estado i em relação à média da seção transversal, possuindo dupla interpretação: primeiro, mede o comportamento individual em relação a outros estados, e segundo, descreve as saídas relativas do estado i da trajetória comum μ_t . No caso de convergência, que é, quando a contagem de novos casos de todos os municípios cearenses se move para o mesmo caminho de transição, $h_{it} \rightarrow 1$ para todos os i com $t \rightarrow \infty$. Com efeito, a variação transversal de h_{it} , denotada por $V_t^2 = N^{-1} \sum_i (h_{it} - 1)^2$, converge para zero. Na ocorrência de não convergência, existem vários resultados possíveis. Por exemplo, V_t é capaz de convergir para um número positivo, típico de clubes de convergência, ou permanecer delimitado acima de zero e não convergir ou divergir. Com a intenção de especificar a hipótese nula de convergência, Phillips e Sul (2007) modelam δ_{it} de maneira semiparamétrica:

$$\delta_{it} = \delta_i + \frac{\sigma_i \xi_{it}}{L(t)t^\alpha} \quad (4)$$

Em que:

δ_i é fixo, σ_i é um parâmetro idiossincrático escalar, ξ_{it} é iid (0,1), $L(t)$ é uma função de variação lenta (de tal modo que $L(t) \rightarrow \infty$ quando $t \rightarrow \infty$) e α é a taxa de decaimento⁵.

A hipótese nula e alternativa de convergência é escrita como:

$$\begin{aligned} H_0: \delta_i = \delta \text{ e } \alpha \geq 0 \\ H_A: \delta_i \neq \delta \text{ e } \alpha < 0 \end{aligned} \quad (5)$$

⁵ Detalhamento sobre condições de regularidade relativa a σ_i e ξ_{it} é achadiço em Phillips e Sul (2007), p. 1786-1787.



Na hipótese nula de convergência, vários padrões de transição de novos casos no Ceará i e j são possíveis, incluindo divergência temporal, a que se refere-se o período de $\delta_i \neq \delta_j$. O método proposto por Phillips e Sul (2007) transporta a se detectar convergência, mesmo no caso de divergência de transição, em que outros métodos, como testes de estacionariedade, aplicados por parte de Hobijn e Franses (2000), não foram eficazes.

Considerando a equação (4), Phillips e Sul (2007) mostram que, sob a convergência da variação da seção transversal do h_{it} , tem a forma limitante:

$$V_t^2 \sim \frac{A}{L(t)^{2r} t^{2\alpha}}, \text{ onde } t \rightarrow \infty \forall A > 0 \quad (6)$$

A partir do qual o teste de convergência com base em regressão é deduzido:

$$\log\left(\frac{V_1^2}{V_t^2}\right) - 2\log L(t) = a + b \log t + u_t, \quad (7)$$
$$\forall t = [rT], [rT] + 1, \dots, T$$

Em que:

no geral, $r \in (0, 1)$ e $L(t)$ estão variando lentamente a função. Phillips e Sul (2007) sugerem o uso de $L(t) = \log t$ e $r = 0.3$ para tamanhos de amostra abaixo de $T = 50$.

Usando $\hat{b} = 2\hat{\alpha}$, um teste t unilateral robusto à heterocedasticidade e autocorrelação (HAC) é aplicado para testar a desigualdade da hipótese nula $\alpha \geq 0$. A hipótese nula de convergência é rejeitar se $t_{\hat{b}} < -1,65$ (nível de significância de 5%). Se a convergência foi rejeitada para a amostra geral, o procedimento de teste será replicado aos subgrupos, seguindo um procedimento de teste do mecanismo de agrupamento sugerido em Phillips e Sul (2007).



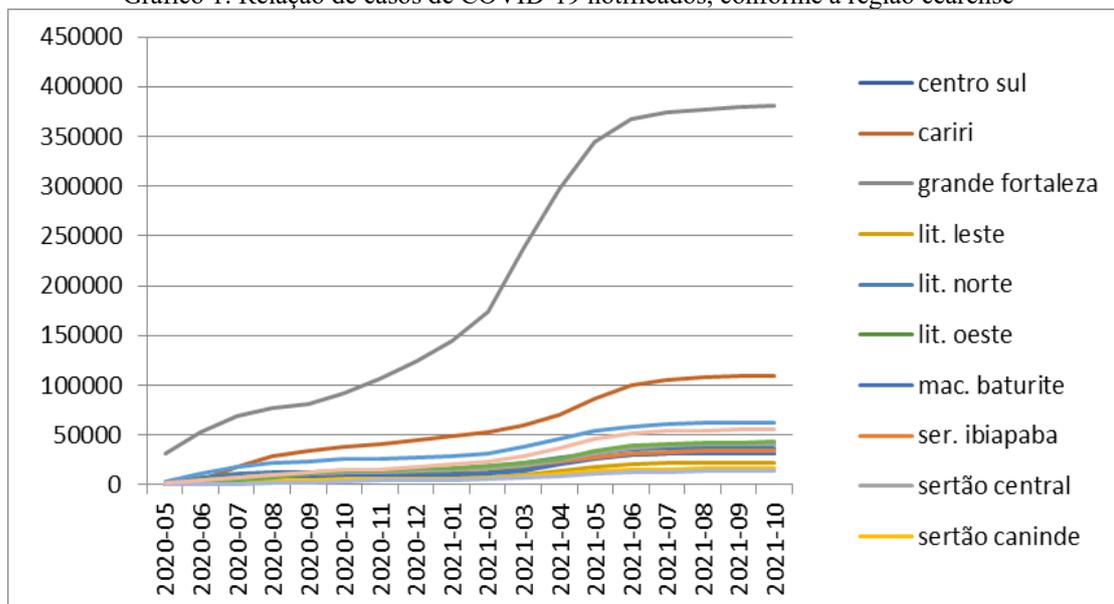
4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DE NÚMEROS DE CASOS

Após análise e ajustes dos indicadores obtidos na plataforma responsável pelas informações quanto aos números de casos de COVID-19, DATASUS, no período estudado, eles foram separados em regiões e pelo acumulado de número de casos por mês. Com isso, os dados recolhidos estão no Gráfico 1, que informa o total de casos acumulados por mês em cada região do estado do Ceará. Observa-se variação dos números de casos notificados, já sendo possível constatar o número crescente em regiões como Grande Fortaleza e Cariri, dando destaque para a região da Grande Fortaleza, que, no período estudado, comparando com as demais regiões, expressa um pico no mês de dezembro de 2020, até estabilizar, de maneira suave, desde o mês de maio de 2021. Esse pico é explicável também pelo elevado número de testagens realizadas na região, em razão dos hospitais de campanha instalados na Capital.

Apesar do comportamento se repetir nas demais regiões, é notável que mesmo na segunda região com maior número de casos acumulados no mês de outubro de 2021, atingindo 109.599 notificações de casos de COVID-19, ainda não supera os casos acumulados na Grande Fortaleza no período de dezembro de 2020, onde já se contabilizavam, 124.098 casos.

Gráfico 1: Relação de casos de COVID-19 notificados, conforme a região cearense



Fonte: Elaboração dos autores.



Com isso, para melhor visualização do que está sendo proposto, foi desenvolvida a Tabela 1, responsável por demonstrar, conforme a região, a média de número de casos; a região da Grande Fortaleza expressou a maior média de casos, 206.080,17 no mês, seguida do Cariri, com 59.012,72, mostrando robusta relação, por serem as regiões metropolitanas e por haver ali elevada testagem, tanto de sua população local quanto dos que foram realocados para os hospitais de campanha ali situados.

Em contrapartida, o Sertão dos Inhamuns exibiu a menor média, com 6.933,67. A região do Litoral Leste indicou o maior coeficiente de variação (76,30%), seguida do Sertão dos Inhamuns (71,48%) e Maciço do Baturité (70,64%), enquanto o Sertão de Sobral teve o menor Coeficiente de Variação (52,03%). A região do Centro Sul demonstrou a maior Taxa Mensal de Crescimento Médio (20,20%), acompanhada do Sertão dos Inhamuns (19,73%). Já o Litoral Norte teve a menor taxa (12,65%).

Com esses dados agora organizados, procedeu-se à análise de convergência dos resultados. São mostrados, no estudo, os resultados da aplicação da metodologia de convergência de Philips e Sul (2007) para os números de casos de COVID-19 nos municípios das regiões do Ceará.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas e Taxas de Variações do número de casos.

Regiões do Ceará	Média	Desvio-Padrão	CV (%)	TMCM (%)
Centro Sul	20662,56	14354,41	69,47	20,20
Cariri	59012,72	36512,29	61,87	19,41
Grande Fortaleza	206080,17	135493,11	65,75	14,62
Litoral Leste	10928,72	8338,27	76,30	18,53
Litoral Norte	21364,00	11733,89	54,92	12,65
Litoral Oeste	17080,33	10700,12	62,65	13,50
Maciço de Baturité	15913,67	11241,61	70,64	16,05
Serra da Ibiapaba	19172,28	11134,66	58,08	15,59
Sertão Central	20984,06	13794,89	65,74	15,73
Sertão de Canindé	8924,33	5397,66	60,48	13,84
Sertão de Sobral	36972,50	19235,34	52,03	12,29
Sertão dos Crateús	22010,72	14864,61	67,53	19,12
Sertão dos Inhamuns	6933,67	4955,97	71,48	19,73
Vale do Jaguaribe	28594,17	19742,56	69,04	17,77

Fonte: Elaboração dos autores.

Ao aplicar o teste $\log t$ aos números de casos de COVID-19 nas regiões cearenses no período de 2020-2021, a hipótese de convergência geral é rejeitada no nível de significância de 5%, sendo a estimativa de $b = -0,607$ e $t = -13,167$. Portanto, sugere-se que as séries não estão



convergiendo para um estado comum. Assim, é possível que os casos estejam convergindo no formato de clubes.

Seguindo com os procedimentos oferecidos por Phillips e Sul (2007), foram identificados dois agrupamentos nas regiões do Ceará, performando dois clubes distintos, com uma região divergente para o número de casos. Os resultados do teste *log t* são expressos, juntamente com a composição de cada clube, na Tabela 2, onde também estão os parâmetros estimados e os erros-padrão correspondentes, para o número de casos em cada clube, para 2020-2021.

Tabela 2 - Classificação do clube de convergência para número de casos

Clube	Regiões do Ceará	\hat{b}	t-stat.	s.e.
		Casos de COVID-19		
Clube 1	Sertão de Sobral; Vale do Jaguaribe; Sertão dos Crateus; Centro Sul; Sertão Central; Litoral Norte; Serra da Ibiapaba; Maciço de Baturite	-0,046	1,9467	0,0513
Clube 2	Litoral Oeste; Litoral Leste; Sertão dos Inhamuns	0,2607	2,637	0,0195
Divergentes	Grande Fortaleza; Cariri; Sertão de Canindé	-	-	-

Fonte: Elaboração dos autores.

4.2 ANÁLISE DO NÚMERO DE ÓBITOS

Com os dados devidamente coletados e organizados, oriundos da plataforma do DATASUS, organizaram-se, da mesma maneira dos dados de casos, separando conforme região e período estudados. Fazendo essa relação, logrou-se separar uma tabela que considerava a região estudada em função do número de óbitos no mês, levando em conta o período de maio de 2020 até outubro de 2021.

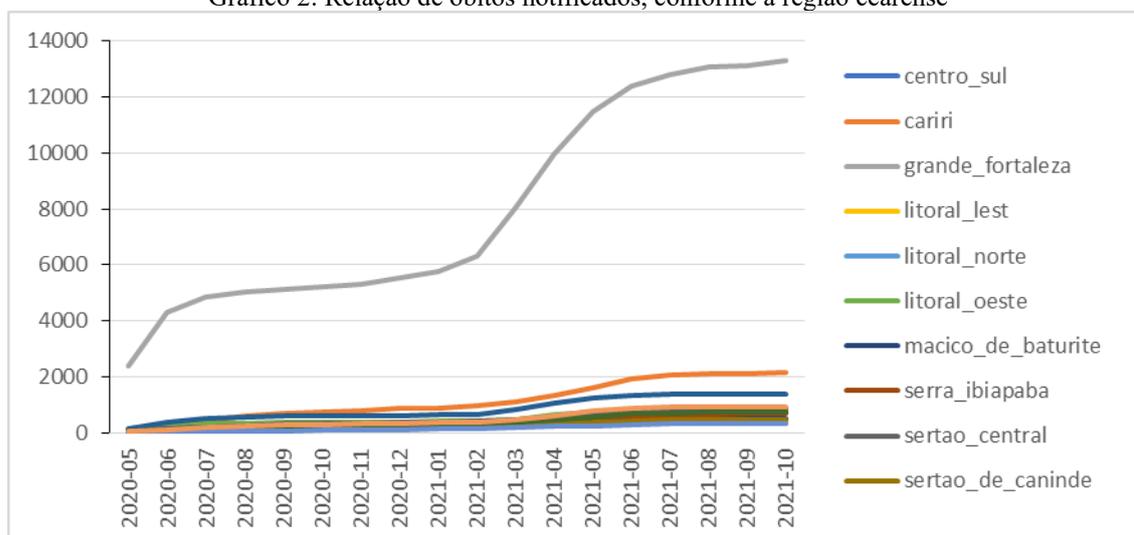
A obtenção dessa tabela encaminhou à elaboração do Gráfico 2, que mostra a relação das regiões cearenses e o número de óbitos notificados por COVID-19 no período estudado. Isto enseja notar, de novo, que o número de óbitos na região da Grande Fortaleza é o mais elevado nessa fração de tempo, seguida, mais uma vez, pela região do Cariri, demonstrando que não somente o número de casos, mas, também, o total de óbitos foram maiores em regiões mais populosas.



Mesmo, em ambas, as prefeituras agindo em conformidade com os decretos estaduais do Ceará e emitindo os próprios decretos municipais, a fim de combater o alastro da pandemia, ainda assim, essas regiões foram as que mais sofreram em razão dos números de casos e mortes.

Nessa situação, cabe, ainda, destacar os números elevados da região da Grande Fortaleza, onde o primeiro acumulado de óbitos, em maio de 2020, chegou ao número de 2.384 vítimas, enquanto na segunda região com maior volume de óbitos, a região do Cariri, na sua leitura de mortes acumuladas no fim do período estudado, ainda não se igualam à primeira colocada. No caso, no mês de outubro de 2021, a região do Cariri bateu o número de 2.165 óbitos por COVID-19 notificados, como observado a seguir.

Gráfico 2: Relação de óbitos notificados, conforme a região cearense



Fonte: Elaboração dos autores.

A Tabela 3, que demonstra, conforme a região, a média de óbitos. A região da Grande Fortaleza apontou a maior média, com 8.004,278, seguida pela região do Cariri, com 1.135,778 no mês. Enquanto isso, o Sertão dos Inhamuns teve média de 161,333. Quanto ao Coeficiente de Variação, a região com maior registro é o Sertão do Inhamuns (71,88%), seguida do Sertão do Crateús (65,12%) e Vale do Jaguaribe (64,23%), ao passo que o menor coeficiente de variação foi da região do Litoral Oeste (46,16%). As regiões com a maior Taxa Média de Crescimento Mensal são Sertão dos Inhamuns (17,39%) e Centro Sul (16,63%); já a de menor taxa é a da Grande Fortaleza (8,98%).



Nessa seção, de maneira semelhante à anterior, são expressos os resultados da aplicação da metodologia de convergência de Philips e Sul (2007) para os números de óbitos de COVID-19 nas regiões cearenses.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas e Taxas de Variações.

Regiões do Ceará	Média	Desvio-Padrão	CV (%)	TMCM (%)
Centro Sul	417,55	256,99	61,54	16,63
Cariri	1135,77	699,76	61,61	16,56
Grande Fortaleza	8004,27	3761,78	46,99	8,98
Litoral Leste	223,05	141,02	63,22	13,57
Litoral Norte	451,94	221,64	49,04	10,91
Litoral Oeste	517,88	239,07	46,16	9,15
Maciço de Baturité	288	151,44	52,58	10,83
Serra da Ibiapaba	382,05	204,31	53,47	13,12
Sertão Central	478,5	272,86	57,02	13,20
Sertão de Canindé	265,77	147,15	55,36	12,09
Sertão de Sobral	839,5	409,76	48,81	10,57
Sertão dos Crateús	382,44	249,05	65,12	15,61
Sertão dos Inhamuns	161,33	115,97	71,88	17,39
Vale do Jaguaribe	489,77	314,59	64,23	15,09

Fonte: Elaboração dos autores.

Ao se aplicar o teste $\log t$ aos números de casos de COVID-19 nas regiões cearenses no período de 2020-2021, sabe-se que a hipótese de convergência geral é rejeitada no nível de significância de 5%, sendo a estimativa $b = -0,427$ e $t = -8,424$. Portanto, infere-se que as séries não estão convergindo para um estado comum, razão por que os óbitos estão convergindo para a formação de clubes, rejeitando a convergência global nesses parâmetros estudados.

Dando continuidade com os procedimentos oferecidos por Phillips e Sul (2007), foram identificados dois agrupamentos nas regiões do Ceará, performando dois clubes distintos, com uma região divergente para o número de óbitos. Os resultados do teste $\log t$ são expressidos, juntamente com a composição de cada clube, na Tabela 4, onde também estão os parâmetros estimados e os erros-padrão correspondentes, para o número de óbitos em cada clube em 2020-2021.

Percebe-se que o clube 2 é composto por vizinhas regiões, mas que, mesmo assim, Fortaleza e Cariri não convergem em razão dos elevados números de casos e óbitos, em comparação às demais regiões. Consequentemente, nessas regiões, está concentrada a maior parte dos recursos destinados ao combate ao COVID-19.



Tabela 4 - Classificação do clube de convergência para número de óbitos

Clube	Regiões do Ceará	\hat{b}	t-stat.	P
		Casos de COVID-19		
Clube 1	Sertão de Sobral; Vale do Jaguaribe; Sertão Central; Centro Sul; Litoral Oeste; Sertão do Crateús; Litoral Norte; Serra da Ibiapaba; Sertão dos Inhamuns	0,0993	1,8926	0,0793
Clube 2	Maciço de Baturité; Sertão de Canindé; Litoral Leste	0,9303	2,945	0,0107
Divergentes	Grande Fortaleza; Cariri	-	-	-

Fonte: Elaboração dos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, houve a necessidade crescente de investigar empiricamente as diversas possibilidades de convergência de clubes em geral, porém pouco foi escrito sobre a matéria de que se cuidou neste estudo. Diversas vertentes da literatura permeiam os estudos de formações de clubes e de convergência global, inclusive uma que se concentra na determinação endógena de grupos que convergem para o mesmo nível de estado estacionário.

Neste escrito, foi sugerido um procedimento de etapa única para testar empiricamente a hipótese de convergência global para as 15 regiões do Ceará, no período de 2020-2021. Aplicando o teste $\log t$ (PHILLIPS e SUL, 2007), identificou-se a endogeneidade entre os clubes de convergência, além de apontar que a “afiliação” ao clube não depende das condições iniciais de cada agente.

Deste modo, as principais conclusões foram que a hipótese nula de convergência global foi rejeitada, indicando a existência de clubes de convergência, pois, ao aplicar o teste $\log t$, restou apontada a existência de dois clubes de convergência em termos de números de casos de COVID-19 e de uma divergência para a mesma situação de todas as regiões do estado do Ceará.

O mesmo teste aplicado para o número de óbitos conclui que há clubes de convergência, rejeitando a hipótese de convergência global, pois, ao aplicar o teste $\log t$, sobrou indicado o fato de haver dois clubes e uma divergência nas regiões cearenses.

De tal maneira, é oportuna a sugestão de que sejam operadas políticas públicas para o combate à COVID-19 e futuras situações pandêmicas, dentre as quais o reforço da importância de vacinação em massa da população, quando houver um imunizante disponível, bem como o fomento aos estudos referentes ao mencionado fármaco, dando o devido mérito à sua eficácia, e, ainda, a promoção de parcerias público-privadas, com vistas a incrementar projetos de



cuidados sanitários com a população, usando da conscientização como medida mitigatória. Considera-se a ideia de que a aplicação dessas políticas deve ter ações diferenciadas em decorrência da existência de clubes que mostra haver regiões divergentes no estado do Ceará, assim, portanto, tratando cada região de acordo com suas especificidades e demandas.



REFERÊNCIAS

BILGILI, Faik; ULUCAK, Recep. **Is there deterministic, stochastic, and/or club convergence in ecological footprint indicator among G20 countries?** *Environmental Science and Pollution Research*, [S. l.], v. 25, n. 35, p. 35404–35419, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3457-1>.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Brasil: impactos do COVID-19 e recuperação. *Revista de Economia*, vol 42, n. 77, p. 1-16, 2021.

CEARÁ. **Decreto nº 33.510, de 16 de março de 2020.** Decreta situação de emergência em saúde e dispõe sobre medidas para enfrentamento e contenção da infecção humana pelo coronavírus. Ceará: Poder Executivo, [2020]. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/DECRETO-N%C2%BA33.510-de-16-de-mar%C3%A7o-de-2020.pdf>

CEARÁ. **Decreto nº 33.519, de 19 de março de 2020.** Intensifica as medidas para enfrentamento da infecção humana pelo novo coronavírus. Ceará: Poder Executivo, [2020]. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/DECRETO-N%C2%BA33.519-de-19-de-mar%C3%A7o-de-2020.pdf>

CEARÁ. **Decreto nº 34.149, de 10 de julho de 2021.** Mantém as medidas de isolamento social contra a COVID-19 no estado do Ceará, com a liberação de atividades. Ceará: Poder Executivo

DURLAUF, S. N. e JOHNSON, P. Multiple Regimes and Cross-Country Growth Behaviour. *Journal of Applied Econometrics*, vol. 10, n. 4, p. 365-384, 1995.

GONDIM, J. L. B. BARRETO, F. A.; CARVALHO, J. R. **Condicionantes de clubes de convergência no Brasil.** *Estudos Econômicos (São Paulo)*, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 71–100, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-41612007000100003>

INSTITUTO BUTANTAN. **Antes da COVID-19 conheça 3 doenças que também fizeram o mundo tremes neste século.** Disponível em: <https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/antes-da-COVID-19-conheca-3-doencas-que-tambem-fizeram-o-mundo-tremer-neste-seculo>

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **A Regionalização do Estado do Ceará: Uma Proposta de Reformulação. Texto para discussão nº 25.** 2006. Disponível na internet: <http://www.ipece.ce.gov.br>

KING, ALAN; RAMLOGAN-DOBSON, CARLYN. Is there club convergence in Latin America? *Empirical Economics*, [S. l.], v. 51, n. 3, p. 1011–1031, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00181-015-1040-x>

MAGALHÃES, J. C. R.; MIRANDA, R. B. Dinâmica da Renda *Per Capita*, Longevidade e educação nos Municípios Brasileiros. *Estudos Econômicos*, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 539–569, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-41612009000300004>



MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil registra 2.915 casos confirmados de coronavírus e 77 mortes.** <https://www.saude.gov.br/noticias/agenciasaude/46610-brasil-registra-2-915-casosconfirmados-de-coronavirus-e-77-mortes>.

PENNA, C. M.; LINHARES, F.; ARAGÃO, K.; PETTERINI, F. Convergência do pib per capita agropecuário estadual: Uma análise de séries temporais. **Economia Aplicada**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 665–681, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-80502012000400006>

PHILLIPS, P. C. B.; SUL, D. Transition modeling and econometric convergence tests. **Econometrica**, [S. l.], v. 75, n. 6, p. 1771–1855, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2007.00811.x>.

QIU, Y.; CHEN, X.; SHI, W. Impacts of social and economic factors on the transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China. **J Popul Econ** [Internet]. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00148-020-00778-2>

RIBEIRO, E. C. B. A.; DE ALMEIDA, E. S. Convergência local de renda no Brasil. **Economia Aplicada**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 399–420, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-80502012000300003>.

SOFI, A. A.; DURAI, S. Raja Sethu. Income convergence in India: a nonparametric approach. **Economic Change and Restructuring**, [S. l.], v. 49, n. 1, p. 23–40, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10644-015-9169-3>

SOLOW, R.M. A contribution to theory of economic growth. **Q J Econ**, v. 70, n. 1, p. 65–64, 1956. Disponível em: <https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.2307/1884513>.

TABOSA, F. J. S.; IRFFI, G. D.; PENNA, C. M. Análise De Clube De Convergência Para O Mercado Brasileiro Do Milho. **Revista de Economia e Agronegócio**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 235–254, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.25070/rea.v11i2.220>

TÁVORA, F. L. **Impactos do novo coronavírus (COVID-19) no agronegócio brasileiro.** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, n. 274, 2020.

WERNECK, G. L; STRUCHINER, C. J. Estudos de agregados de doença no espaço-tempo: conceitos, técnicas e desafios. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, Fiocruz, v. 4, n. 13, p. 611-624, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report –30** [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200219-sitrep-30-COVID-19.pdf?sfvrsn=3346b04f_2