

ASPECTOS SOCIOESPACIAIS DA MORTALIDADE POR COVID-19 EM CIDADES DE GRANDE PORTE: O CASO DE BELÉM (PA)

Marco Aurélio Arbage Lobo

Universidade da Amazônia – UNAMA
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Belém, PA, Brasil
lobo2502@hotmail.com

Helena Lúcia Zagury Tourinho

Universidade da Amazônia – UNAMA
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Belém, PA, Brasil
helenazt@uol.com.br

Luiz Henrique Almeida Gusmão

Universidade da Amazônia – UNAMA
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Belém, PA, Brasil
henrique.ufpa@hotmail.com

RESUMO

A eclosão da COVID-19 colocou um enorme desafio à compreensão dos fatores relacionados à sua prevalência e mortalidade. O objetivo deste estudo é identificar determinantes sociais de saúde que podem ter influência relevante na distribuição espacial dos óbitos causados pela primeira onda da pandemia em cidades brasileiras de grande porte, por meio do estudo de caso da cidade de Belém (PA). Com base em dados oficiais de prevalência e de óbitos por bairros, realizou-se inicialmente uma análise estatística da distribuição de duas variáveis relacionadas aos óbitos e de possíveis fatores socioeconômicos que influenciam na ocorrência dessas mortes. Na sequência, usando um sistema de informações geográficas, foi feita uma análise espacial das mesmas variáveis transformadas com alisamento bayesiano local. Devido às limitações dos dados, o estudo concluiu com a formulação de hipóteses: a pandemia causou maior percentual de óbitos nos bairros de alta renda, considerando sua população total; porém, ocasionou maior percentual de mortos nos bairros de baixa renda em relação às pessoas infectadas; a propagação da pandemia começou nos bairros de altas e médias rendas e, depois, seguiu para os demais; e as medidas governamentais de distanciamento social reduziram a propagação em bairros mais distantes da maior ocupação urbana.

Palavras-chave: Saúde coletiva. Determinantes sociais de saúde. Organização espacial intraurbana. Mortalidade por pandemia.

SOCIO-SPATIAL ASPECTS OF MORTALITY BY COVID-19 IN LARGE CITIES: A CASE STUDY IN BELÉM (PA)

ABSTRACT

The outbreak of COVID-19 posed a huge challenge in understanding the factors related to its prevalence and mortality. The aim of this study is to identify social determinants of health that may have a relevant influence on the spatial distribution of deaths caused by the first wave of the pandemic in large Brazilian cities, through the case study of the city of Belém (PA). Based on official prevalence and death data by neighborhood, it was initially carried out a statistical analysis of the distribution of two variables related to deaths and possible socioeconomic factors that influence the occurrence of these deaths. Then, using a geographic information system, it was performed a spatial analysis of the same variables transformed by local Bayesian smoothing. Due to the data limitations, the study concluded with the formulation of hypotheses: the pandemic caused a higher percentage of deaths in high-income neighborhoods, considering its total population; however, it caused a higher percentage of deaths in low-income neighborhoods taking into account the infected people; the pandemic spreading began in the upper and middle income neighborhoods and then continued on to the others; and governmental measures of social distance have reduced the spread in neighborhoods further away from greater urban occupation.

Keywords: Public health. Social determinants of health. Intra-urban spatial organization. Pandemic mortality.

INTRODUÇÃO

Além dos aspectos clínicos e epidemiológicos da COVID-19, a pandemia também colocou um enorme desafio para a compreensão dos fatores relacionados à sua disseminação e à mortalidade que causa, especialmente nas cidades de grande porte, onde vivem populações numerosas.

A grande maioria das atividades humanas exige proximidade física entre as pessoas. Num mundo cada vez mais urbanizado e com aglomerações populacionais maiores e mais densas, e em que, como destaca Villaça (1986) a vida ocorre cada vez mais fora da habitação, a convivência de um número crescente de pessoas é inevitável. E aí se criam, então, as condições propícias para que a pandemia se alastre.

Em cidades de países não desenvolvidos, geralmente convivem pessoas de distintas faixas etárias, rendimentos e outras condições socioeconômicas, especialmente onde há grande desigualdade social, como é o caso do Brasil. Por conta das diversidades socioeconômicas e espaciais, também há condições ambientais diferenciadas, encontrando-se desde bairros bem organizados e providos de infraestrutura adequada, normalmente habitados por pessoas de rendas médias e altas, a extensos assentamentos precários onde reside a camada mais pobre da população. Mesmo em contexto de profunda segregação socioespacial, existe a proximidade, maior ou menor, entre as pessoas nos espaços públicos, nos locais de trabalho, de ensino, de compras e de realização de outras atividades.

O elevado número de óbitos é o aspecto mais dramático da pandemia, daí a relevância de investigar quais os principais motivos que estão associados à mortalidade provocada por essa enfermidade. Uma das questões mais relevantes na disseminação da COVID-19 é se as diferentes condições socioeconômicas e ambientais presentes nas cidades dos países não desenvolvidos, principalmente nas de grande porte, influenciam, e até que ponto influenciam, na maior ou menor mortalidade causada pela pandemia. Há indícios de que, diferentemente da tuberculose – outra doença transmitida no ambiente pela proximidade entre humanos e que têm uma forte relação com as condições de pobreza –, a COVID-19 envolve determinantes sociais mais complexos. Isso porque o principal veículo pelo qual se alastrou no mundo foi o contato de moradores com pessoas não residentes (estrangeiros ou habitantes de outros locais do país), fenômeno que, na maioria das vezes, ocorre com mais frequência nas classes de rendas médias e altas. Somente depois é que aconteceu a transmissão comunitária. Além disso, causa morte principalmente na população idosa, independentemente da classe social.

Este trabalho parte do pressuposto de que, a exemplo de diversas outras doenças, a prevalência e a mortalidade causadas pela COVID-19 podem estar associadas a fatores socioeconômicos e ambientais, conforme defende a teoria dos determinantes sociais da saúde (BUSS e PELLEGRINI FILHO, 2007; CARRAPATO; CORREIA; GARCIA, 2017). Isso posto, constitui problema científico relevante investigar fatores socioeconômicos e ambientais e relacionados à organização do espaço urbano que influenciam na mortalidade por COVID-19 em cidades de grande porte de países não desenvolvidos. Para contribuir nesse debate, o presente trabalho realiza estudo de caso sobre a cidade de Belém (PA), situada na região Norte do Brasil, cuja população em 2020 é estimada em cerca de 1,5 milhão de pessoas.

Há outro motivo para a essa escolha. No dia 24 de agosto de 2020, havia uma nítida curva descendente de registro de novos casos e óbitos em Belém. O pico de casos confirmados ocorreu no dia 20 de abril de 2020 (1.151 casos), enquanto o de óbitos foi no dia 28 do mesmo mês (70 mortos). Já em 24/8/2020, o número de novos casos foi de 28 e o de óbitos registrados, zero. Por isso, esta cidade pode ser considerada um caso de aglomeração urbana de grande porte adequada para avaliar as consequências letais da primeira onda da pandemia, visto que a incidência já estava em pleno declínio em agosto.

Estudo da Universidade de Pelotas (2020) revelou que, no período de 14 a 21 de maio de 2020, a Região Norte vivia o cenário epidemiológico mais grave do Brasil. Dentre as 21 das 27 capitais brasileiras que foram objeto da investigação, Belém foi a que apresentou o maior percentual da amostra com presença de anticorpos da COVID-19 (15,1%), seguida de Manaus (12,5%) e Macapá (9,7%). Outra investigação mais recente (iniciada em 30 de junho e divulgada em 31 de julho de 2020), realizada pela Universidade do Estado do Pará com pessoas de 12 anos ou mais, concluiu que 32,1% dos residentes da Região Metropolitana de Belém testaram positivo para a COVID-19 (PARÁ, 2020a).

Tais estudos, a despeito de sua enorme importância, por conta da sua elevada abrangência territorial, contudo, não analisaram os aspectos socioeconômicos e territoriais que, na escala intraurbana, possam ter influenciado na disseminação e na ocorrência de óbitos decorrentes da COVID-19. O estudo de Ponte et al. (2020), ressalte-se, considerou a distribuição de casos confirmados da enfermidade nos bairros do município de Belém, mas não analisou a distribuição dos óbitos por esses bairros.

Diante desse quadro emergem as seguintes questões: existem diferenças importantes na ocorrência de óbitos por COVID-19 nos diversos bairros de uma cidade de grande porte? Em que partes da cidade a pandemia ocasionou maior número (absoluto e relativo) de mortos? Se existem diferenças importantes entre os bairros em relação à ocorrência de mortes pela pandemia, a que isto se deve? Qual a importância dos fatores socioeconômicos e espaciais na explicação dessas diferenças?

O objetivo geral deste estudo é identificar determinantes sociais e ambientais que podem ter influência relevante na distribuição espacial dos óbitos causados pela COVID-19 em cidades brasileiras de grande porte, por meio do estudo de caso da cidade de Belém (PA), com dados por bairros. Como objetivos específicos busca: identificar relações estatísticas entre os aspectos socioeconômicos e demográficos selecionados para estudo; e caracterizar o padrão de distribuição espacial da ocorrência de óbitos pelo território, levando em conta a distribuição espacial das variáveis socioeconômicas e demográficas consideradas, assim como aspectos ambientais e locais dos bairros.

O artigo está estruturado em três blocos. O primeiro detalha a metodologia utilizada, o segundo apresenta os resultados obtidos e o terceiro expõe as principais conclusões. No bloco referente à apresentação dos resultados, a análise dos dados foi dividida em duas partes, conforme os objetivos específicos: a primeira investiga as relações estatísticas entre as variáveis consideradas no trabalho; e a segunda integra as abordagens estatísticas e espaciais da distribuição dos óbitos na escala da unidade territorial escolhida – o bairro.

METODOLOGIA

Por estar baseada em dados agrupados por bairros, a presente investigação se enquadra no tipo ecológico, que, por conta da chamada “falácia ecológica”, não permite conclusões no âmbito individual. Assim, volta-se somente para a geração de hipóteses. Mesmo que a “falácia ecológica” seja um tema discutido há muito tempo na literatura epidemiológica, e que não haja consenso sobre ele (PIANTADOSI; BYAR; GREEN, 1988; SCHWARTZ, 1994; SUSSER, 1994; LONEY e NAGELKERKE, 2014), o presente estudo tem natureza essencialmente exploratória, sem capacidade de estabelecer relações de causalidade entre as variáveis, e sim apenas relações estatísticas.

Esse propósito é ainda mais verdadeiro quando há dúvidas sobre o real nível de cobertura dos casos confirmados e dos óbitos por COVID-19 pelos dados oficiais. Vários estudos vêm alertando para o problema da subnotificação dos dados referentes às pessoas contaminadas com o COVID-19 no país. A primeira fase da pesquisa realizada pela Universidade Federal de Pelotas (2020), por exemplo, revelou que, para cada caso confirmado, existiam sete pessoas infectadas de fato.

Dados sobre óbitos no país também são subnotificados (FRANÇA et al., 2020). Francês et al. (2019) estimam que o percentual de mortes por COVID-19 não notificadas era de 95,9% em relação às notificadas na Região Metropolitana de Belém. Ressalte-se que é um percentual bem mais baixo do que a subnotificação de pessoas contaminadas. Isto significa que os dados sobre óbitos notificados, a despeito de sua também elevada subnotificação, apresentam confiabilidade bem maior do que os de casos notificados, daí a importância de estudá-los para melhor compreensão das relações entre os determinantes sociais de saúde e a disseminação da COVID-19.

Outra limitação desta investigação é que os dados socioeconômicos disponíveis por bairros são os do Censo Demográfico 2010; portanto, estão defasados em dez anos em relação à ocorrência da pandemia. Não obstante, em defesa desse procedimento, pode-se argumentar que a distribuição espacial da renda, dos perfis etários da população e da infraestrutura de abastecimento de água, por serem atributos de caráter estrutural, normalmente não se alteram rápida e radicalmente no espaço de uma década em cidades de grande porte. O estudo de Codeço et al. (2020) pode ser citado como um exemplo de investigação sobre a influência de determinantes sociais da saúde na prevalência da COVID-19 que combinou resultados do Censo Demográfico 2010 com dados epidemiológicos de 2020. Outro estudo com essa característica é o de Santana et al. (2020).

O fato de muitos bairros abrigarem, em seus territórios, populações heterogêneas em termos socioeconômicos pode ser apontado como outra limitação deste estudo. O ideal seria fazer a análise por setor censitário. Porém, o bairro é a menor unidade espacial em que os dados relacionados ao COVID-19 estão disponíveis na atualidade.

Os dados sobre prevalência e óbitos provocados pela COVID-19 em Belém usados neste estudo foram obtidos no *sítio* da Secretaria de Saúde Pública do Pará (SESPA), registrados até o dia 24 de agosto de

2020 (PARÁ, 2020b). O total casos confirmados da enfermidade no município de Belém alcançou, nessa data, 30.196 pessoas, e o de óbitos causados pela pandemia, 2.073 pessoas. É importante esclarecer que os números reais de casos e óbitos são maiores até a data mencionada, tendo em vista o atraso dos registros em decorrência das formalidades necessárias. Como esta investigação está voltada para áreas urbanas, foram excluídos os seguintes registros das áreas rurais situadas na área insular do município: ilhas de Mosqueiro (117 casos e 4 óbitos), Outeiro (29 casos e 1 óbito) e Cotijuba, assim como das demais ilhas que compõem o município (95 casos e nenhum óbito), além dos registros em que não houve informação do bairro de residência (3.147 casos e 88 óbitos). Portanto, o total de casos confirmados levados em conta neste estudo foi de 26.808 e o de óbitos, 1.980.

Como há grande diferença de população entre os bairros de Belém, foi necessário trabalhar com o coeficiente de óbitos por cem mil habitantes, e não com o número absoluto de óbitos. Isso porque o bairro mais populoso de Belém em 2010 era o Guamá, com 94.610 habitantes, enquanto o que tinha menor número de residentes era Marahu, com somente 132 habitantes.

As seguintes variáveis foram selecionadas para representar os determinantes sociais de saúde relacionados à prevalência e à mortalidade provocadas pela COVID-19, sendo todos os dados obtidos no Censo Demográfico 2010: população total (POP_2010), informação fundamental para calcular o coeficiente de óbitos (por 100 mil habitantes) pela pandemia; renda média domiciliar *per capita* (RENDOM_PC), indicador importante da qualidade de vida; percentual de domicílios com água encanada ou com poço no interior da propriedade (AGUA_PCT) em relação à quantidade total de domicílios do bairro, variável relevante pois permite a instauração de hábitos de higiene importantes para reduzir a transmissão da doença como lavar as mãos com frequência; média de pessoas por domicílio (PESDOM), em razão da proximidade física entre pessoas favorecer a virose se alastrar, especialmente em ambientes de permanência prolongada como o local de moradia; e percentual de pessoas de 60 anos e mais em relação à população total (IDOSO_PCT), já que a enfermidade tem mortalidade bem mais acentuada em pessoas de idade avançada. Sobre isso, em Belém, o grupo etário de 60 anos ou mais respondeu por 1.590 do total de 2.086 óbitos registrados até o dia 24/08/2020, segundo a Secretaria de Saúde Pública do Estado do Pará (PARÁ, 2020b), o que correspondeu a 76,2% do total. Incluindo a população de 50 anos ou mais, esse percentual sobe para 88,4% (1.843 mortos).

Definiram-se duas variáveis relacionadas à mortalidade decorrente da pandemia: coeficiente bruto de óbitos (em 2020) por cem mil habitantes (em 2010), denominada OBITO_COEF; e o percentual bruto de letalidade (LETAL_PCT), ou seja, o percentual de óbitos por COVID-19 de pessoas com casos confirmados da doença.

Um problema comum em estudos de caso epidemiológicos do tipo ecológico é a forte instabilidade dos coeficientes de ocorrência de eventos raros em áreas com pequena população por conta da variância intrínseca acentuada, visto que a precisão da taxa que estima o risco subjacente de ocorrência desses eventos é inversamente proporcional ao tamanho da população em risco. Ou seja, taxas estimadas em pequenas populações podem apresentar tanto valores muito elevados (um ou poucos casos produzem valores altos da variável por causa do baixo valor do denominador) quanto nulos (ausência de casos por causa da população muito pequena). Isso dificulta a identificação de padrões de distribuição espacial da variável central de um estudo. No caso de Belém, do total de 71 bairros da capital paraense, 23 tinham menos de cinco mil moradores e, desses, oito somavam menos de mil habitantes.

Para equacionar o problema, podem-se aplicar métodos de alisamento espacial usando valores de áreas vizinhas e, dessa forma, separar o “sinal” do “ruído” (WALLER e GOTWAY, 2004), alguns dos quais baseados na abordagem bayesiana. Adotando a abordagem bayesiana, estudo destinado a identificar os padrões de distribuição espacial de casos de câncer de boca e orofaringe nos municípios do estado de Minas Gerais, realizado por Fonseca et al. (2018), utilizou dois métodos com alisamento (estimadores bayesianos global e local) e concluiu que a melhor visualização do padrão de distribuição espacial dos eventos estudados foi obtida com o uso do estimador bayesiano local. Carvalho et al. (2012) também recomendam o estimador bayesiano local em situações em que há grandes diferenças entre as unidades espaciais estudadas, como é o caso do presente trabalho.

Yasaitis, Arcaya e Subramanianb (2015), ao comparar vários métodos de alisamento, concluíram que o melhor resultado foi obtido com a abordagem Besag-York-Mollie implementada com o método de Monte Carlo baseado em cadeia de Markov. Porém, esses autores salientam que se trata de um procedimento que requer grande esforço computacional quando se tem muitos casos. Ademais, destacam que o método de alisamento bayesiano local teve excelente resultado e, por ser mais simples, indicam o uso este método como uma boa alternativa.

Diante desses argumentos, usou-se aqui o alisamento bayesiano local. Ressalte-se que os dados com alisamento não substituem os dados originais, sendo apenas um recurso para facilitar a identificação de padrões de distribuição espacial dos dados.

O cálculo dos coeficientes bayesianos locais de mortalidade por COVID-19 nas variáveis OBITO_COEF (criando a variável OBITO_ e LETAL_PCT foi feito com o programa GeoDa. Todos os demais procedimentos estatísticos foram realizados no programa R, carregado com diversos pacotes.

A análise das relações estatísticas entre as variáveis iniciou com o cálculo dos coeficientes de correlação entre todas as variáveis definidas neste estudo. Cogitou-se, inicialmente, usar o coeficiente de correlação Pearson, para o que é necessário que as variáveis tenham distribuição normal ou próxima da normal. A fim de avaliar a normalidade das variáveis, recorreu-se ao teste Shapiro-Wilk, que indicou que nenhuma variável tinha distribuição normal. Uma possibilidade para equacionar o problema seria usar alguma função para forçar a normalização, como logaritmo ou raiz quadrada. Ocorre que isso dificultaria a interpretação dos resultados. Por outro lado, algumas variáveis, claramente, não têm relação linear entre si, como: RENDOM_PC e IDOSO_PCT; IDOSO_PCT e OBITO_COEF. Ademais, há variáveis que não atendem ao pressuposto da homocedasticidade. Assim, pelo não-atendimento de pressupostos requeridos para o uso da correlação Pearson, optou-se por adotar a correlação Spearman.

Na análise das correlações, considerou-se somente os bairros com população de 15 mil habitantes ou mais, de modo a evitar o já citado problema da instabilidade dos coeficientes e percentuais em áreas com população reduzida e, assim, dar maior precisão aos resultados. A escolha desse patamar de população levou em conta que: os números de mortes por COVID-19 nesses bairros são de pequena dimensão em comparação à sua população total, o que reduz ou elimina o problema da instabilidade dos dados. Além disso, observou-se que, mesmo com a exclusão dos bairros com população abaixo de 15 mil moradores, permaneceram 30 bairros, o que é um número ainda razoável para realizar estudos correlacionais.

Na sequência, buscou-se visualizar uma síntese do conjunto de relações estatísticas entre as variáveis por meio da análise de componentes principais (ACP). A ACP também possibilitou a integração entre as análises estatística e espacial por meio da elaboração do gráfico de qualidade das representações dos casos.

Visando à identificação do padrão de distribuição espacial da ocorrência de óbitos pelo território de Belém, analisaram-se as distribuições espaciais dos coeficientes bayesianos locais estimados das duas variáveis citadas. Para isso, construiu-se um sistema de informações geográficas utilizando o programa QGIS. Foram elaborados mapas coropléticos a partir de arquivo no formato shapefile, contendo dados estatísticos e a representação espacial dos 71 bairros. Esse arquivo também foi utilizado para o cálculo dos coeficientes bayesianos locais no programa GeoDa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise estatística

A Tabela 1 apresenta o sumário estatístico das variáveis usadas neste estudo relativas aos 71 bairros de Belém.

Tabela 1 - Belém (PA): sumário estatístico das variáveis.

Var. / Estat.	Min.	1º qrt.	Mediana	Média	3º qrt.	Max.
AGUA_PCT	27,1	88,4	92,6	89,6	96,2	100
IDOSO_PCT	0,0	6,4	8,8	9,2	10,7	19,8
PESDOM	2,8	3,6	3,7	3,7	3,9	4,2
RENDOM_PC	144	318	411	627	626	2.865
LETAL_PCT	0	4,1	7,9	8*	10,4	30,8
OBITO_COEF	0	50	116	126*	171	571

* Cálculos realizados com base em estimadores bayesianos locais dos bairros.

Fonte - Autores, com base em dados da Secretaria de Saúde Pública do Estado Pará (PARÁ, 2020b).

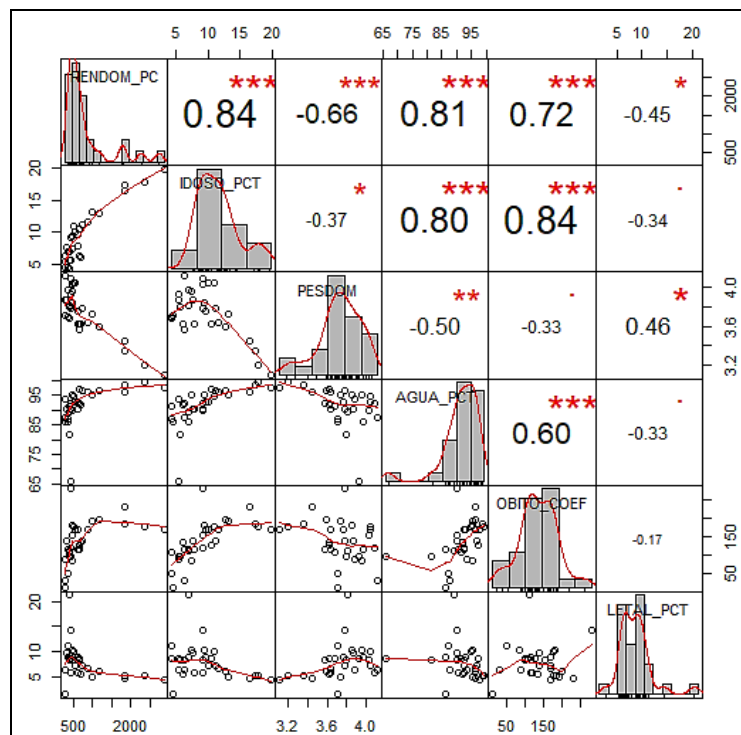
Há grande variabilidade dos dados de RENDOM_PC dos bairros em 2010, em que a média (R\$ 627) é 52,6% maior do que a mediana (R\$ 411), o que indica uma distribuição fortemente assimétrica à direita (muitos bairros com baixas rendas e poucos com altas); portanto, acentuada desigualdade espacial na distribuição dos rendimentos domiciliares *per capita*, sendo o coeficiente de assimetria igual a 2,489. Há também expressiva diferença entre o valor do terceiro quartil (R\$ 626) e o valor máximo (R\$ 2.865). Também fortemente assimétrica, mas à esquerda (coeficiente de assimetria de -3,021), o comportamento da variável AGUA_PCT aponta que a maioria dos bairros de Belém tinha em 2010 elevado percentual de domicílios com água encanada em seu interior. Destaque-se que esta variável tem a limitação de se restringir ao aspecto quantitativo do abastecimento de água, sem considerar importantes questões qualitativas como adequação ao consumo e frequência e tempo das interrupções no fornecimento. A variável IDOSO_PCT apresentou-se assimétrica à direita, sendo a maioria dos bairros com baixos percentuais de idosos em 2010 e alguns poucos com percentual elevado, a grande maioria de alta renda.

Quanto às variáveis epidemiológicas, OBITO_COEF é fortemente assimétrica à direita (1,527), havendo 14 bairros com valor zero (todos eles com populações muito reduzidas), grande número de casos com baixos valores e alguns poucos com altos valores. LETAL_PCT também tem forte assimetria à direita, mas em menor grau (coeficiente de assimetria de 1,04). Ressalte-se que os valores de LETAL_PCT estão fortemente superestimados, em razão da elevada subnotificação de casos oficialmente reconhecidos, conforme mostrou o já citado estudo da Universidade de Pelotas.

As médias das variáveis LETAL_PCT (percentual de óbitos em relação ao total de casos notificados, em 2020) e OBITO_COEF (óbitos em 2020 por cem mil pessoas em 2010) dos bairros foram calculadas com base nos respectivos estimadores bayesianos locais, para maior precisão do resultado. Contudo, o impacto desse procedimento sobre o cálculo das médias foi pequeno. A média dos valores originais de LETAL_PCT foi 7,9 e a dos estimadores bayesianos locais correspondentes (LETAL_LOCB), 8. A variável OBITO_COEF registrou 123 e o respectivo estimador bayesiano local (OBT_LOCB), 126.

Prosseguindo a análise estatística, construiu-se a matriz de correlações Spearman considerando somente os 30 bairros com população de 15 mil habitantes ou mais (Figura 1) pelo motivo já exposto, com suas respectivas faixas de valores-p. Aqui os valores de OBITO_COEF e LETAL_PCT são os originais.

Figura 1 - Belém (PA): Matriz de correlações Spearman entre as variáveis.



Valores-p: *** = < 0,001; ** = > 0,001 a 0,01; * = > 0,01 a 0,05; . = > 0,05 a 0,1; Sem sinal: maior que 0,1

Fonte - Autores.

Dentre as variáveis socioeconômicas, o maior coeficiente de correlação ocorreu entre a renda (RENDOM_PC) e percentual de idosos (IDOSO_PCT), com 0,84, o que se justifica pelo fato de que os locais com maior renda normalmente contam com um percentual mais elevado de população idosa. Também houve forte correlação entre AGUA_PCT com a renda (0,81), indicando que os bairros com rendas mais elevadas têm maior percentual de domicílios com canalização interna ou poço no interior da propriedade, e vice-versa.

Outra correlação socioeconômica expressiva, mas negativa (-0,66), foi observada entre a renda e a média de pessoas por domicílio (PESDOM); ou seja, quanto maior a renda, menor a média de residentes por domicílio. Isso se explica pelo fato de, normalmente, as famílias de altas e médias rendas serem menores do que as de baixas rendas, além de haver menor número de famílias conviventes nos desses lares, pela maior possibilidade de poderem adquirir ou alugar o seu próprio domicílio, caso assim desejem.

Quanto às relações entre variáveis socioeconômicas e epidemiológicas, a correlação mais forte ocorreu entre o IDOSO_PCT e OBITO_COEF (0,84). Isso é justificado pelas próprias características da enfermidade, que leva ao óbito principalmente a população idosa, como visto.

A relação entre o coeficiente de óbitos e a renda também é expressiva e com sinal positivo, 0,72. Isto se explica por conta da elevada correlação com o percentual de idosos e a renda domiciliar per capita: maior a renda do bairro, maior a presença de idosos. Além do mais, há a provável influência do fato de que a disseminação da pandemia começou pelas classes de rendas médias e altas, como visto.

Essa influência da renda também ocorre com outras associações entre variáveis socioeconômicas e epidemiológicas, o que a torna uma variável intermediária, ou mediadora, entre as demais variáveis socioeconômicas (AGUA, IDOSO_PCT e PESDOM) e as epidemiológicas.

A média de pessoas por domicílios apresenta uma baixa correlação de sinal negativo com o OBITO_COEF (-0,33; valor-p entre 0,05 e 0,1), contrariando o senso comum. Era de se esperar que, com a elevada transmissibilidade da doença, houvesse mais mortes nos bairros com maior média de pessoas por domicílio e, portanto, com mais pessoas aglomeradas no ambiente domiciliar. Nota-se, aqui também, a clara influência da combinação entre a correlação positiva entre renda e percentual de idosos e a correlação negativa entre renda e média de pessoas por domicílios: -0,66. Outro caso semelhante é a correlação entre OBITO_COEF e AGUA_PCT: 0,6, quando o esperado seria uma correlação negativa, isto é, maior número de óbitos onde as condições de abastecimento de água fossem piores.

O percentual bruto de letalidade (LETAL_PCT) possibilita uma visão diferente da ocorrência das mortes por COVID-19, pois o seu denominador considera somente o número de casos notificados e não a população total do bairro, como ocorre em OBITO_COEF. E aqui os valores dos coeficientes de correlação são bem diferentes dos de OBITO_COEF. A correlação entre RENDOM_PC e LETAL_PCT foi de média intensidade e negativa: -0,45, o que significa que os valores da variável são, em geral, maiores nos bairros de baixa renda e menores nos de alta. Ou seja, dentre os casos notificados, houve maior percentual de mortes nos bairros mais pobres do que nos mais ricos.

Analisando-se em conjunto os dados de OBITO_COEF e LETAL_PCT, pode-se levantar a hipótese de que a mortalidade por COVID-19 foi maior entre pessoas de 60 anos e mais, mas vitimou com maior intensidade idosos de baixa renda do que de alta renda, revelando as desigualdades de acesso às condições de prevenção e tratamento da doença decorrentes da segregação socioespacial.

O valor da correlação entre PESDOM e LETAL_PCT foi de 0,46, expressando a tendência esperada de o percentual de letalidade ser maior onde há mais pessoas morando nos domicílios. A correlação entre LETAL_PCT e IDOSO_PCT foi baixa: -0,34 (valor-p entre 0,05 a 0,1), e o sinal negativo se explica pelo fato da segunda variável representar o percentual de idosos na população dos bairros, que, como visto, tem forte correlação positiva com a renda.

Contudo, além da elevada subnotificação, a qualidade dos dados de LETAL_PCT pode estar sendo afetada por outro fenômeno. Ponte et al. (2020) levantam a questão de que houve diferentes níveis de testagem entre os bairros de Belém. Os muitos moradores de bairros de altas e médias rendas puderam pagar para realizar testes em laboratórios particulares. Por outro lado, também é provável que tenha ocorrido diferentes níveis de testagem entre bairros de baixa renda: maior naqueles onde havia rede de atendimento de saúde no bairro ou em local próximo e menor naqueles distantes desse tipo de estabelecimento. Dependendo da intensidade com que cada um desses fenômenos ocorreu, os valores de LETAL_PCT dos bairros de baixa renda distantes dos equipamentos de saúde pública estariam superestimadas em comparação às dos bairros de baixa renda próximos desses equipamentos, bem como em relação às dos bairros de alta e média rendas. Em termos gerais, os percentuais de letalidade

dos diversos bairros estariam, então, mais próximos entre si do que mostram os dados oficiais. E aí as correlações teriam valores diferentes. Apenas estudos posteriores poderão revelar com que intensidade tais fenômenos ocorreram.

Uma síntese do comportamento desses indicadores socioeconômicos e epidemiológicos pode ser obtida com o uso da análise de componentes principais. As variáveis originais são reduzidas a dois ou três componentes não correlacionados que possuem grande capacidade de explicar a variância dos dados.

A Tabela 2 mostra que somente os componentes 1 e 2 são capazes de explicar o elevado percentual de 77,2% da variância total. Por esse motivo, somente os dois serão usados na sequência da análise.

Tabela 2 - Belém (PA): Parâmetros da análise de componentes principais.

Fator	Eigenvalue	Variância expl. (%)	Variância expl. acum. (%)
Fator 1	3,4946	58,2	58,2
Fator 2	1,1375	19,0	77,2
Fator 3	0,6284	10,5	87,7
Fator 4	0,4998	8,3	96,0
Fator 5	0,2191	3,7	99,7
Fator 6	0,0207	0,3	100,0

Fonte - Autores.

A Tabela 3 apresenta a contribuição percentual de cada variável para os seis componentes. No Componente 1, as três variáveis que mais contribuem são IDOSO_PCT (25,5%), RENDOM_PC (25,2%) e PESDOM (18,6%), todas elas relacionadas às condições socioeconômicas. No Componente 2, as duas variáveis com maior contribuição são as que expressam os níveis de óbitos: LETAL_PCT (55,1%) e OBITO_COEF (33,6%).

Tabela 3 - Belém (PA): Contribuição percentual das variáveis para os componentes, Belém, 2010-2020.

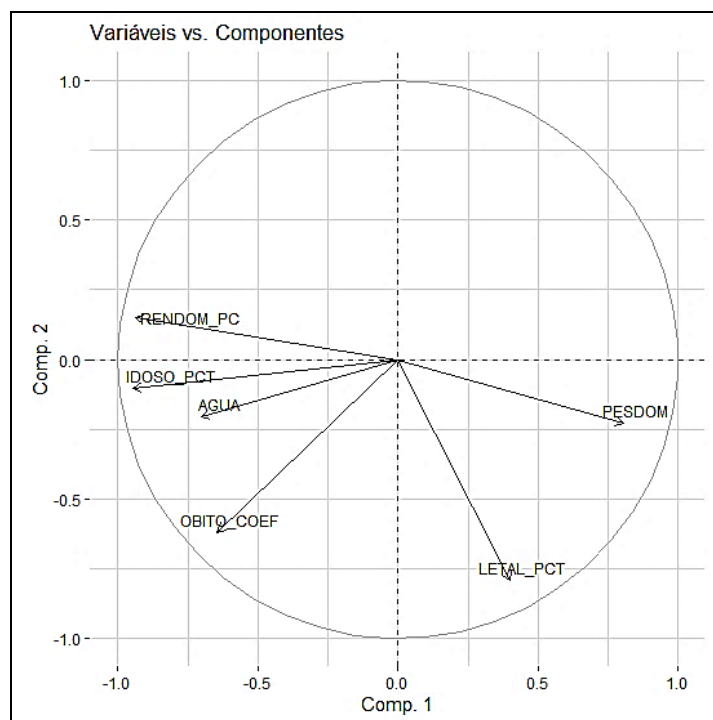
Variável	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Comp. 6
AGUA_PCT	14,2	3,8	44,5	36,3	0,3	1,0
IDOSO_PCT	25,5	0,9	0,0	4,3	30,7	38,5
PESDOM	18,6	4,6	26,3	13,4	28,6	8,5
RENDOM_PC	25,2	1,9	9,4	0,0	13,1	50,3
OBITO_COEF	11,9	33,6	0,5	29,9	22,3	1,8
LETAL_PCT	4,6	55,1	19,2	16,1	5,0	0,0

Fonte - Autores.

A Figura 2 mostra graficamente as correlações entre as variáveis e os componentes 1 e 2. As quatro variáveis socioeconômicas estão muito próximas do eixo horizontal, que representa o Componente 1, mas PESDOM está na direção contrária em relação às demais, pois menores valores dessa variável estão relacionados a rendas mais elevada. O comprimento das setas indica que todas as variáveis, com exceção de AGUA_PCT, estão bem representadas no gráfico.

As duas variáveis epidemiológicas são mais relacionadas com o Componente 2 (vertical) e apontam em direções horizontais contrárias: OBITO_COEF, na mesma direção das três variáveis que se correlacionam positivamente, o que indica uma associação positiva com as condições socioeconômicas, enquanto LETAL_PCT aponta na mesma direção de PESDOM, isto é, inversamente correlacionada às condições socioeconômicas: quanto pior a condição socioeconômica, maior o coeficiente de letalidade.

Figura 2 - Belém (PA): Gráfico de correlações das variáveis e componentes.



Fonte - Autores.

Análise espacial

A distribuição espacial das variáveis socioeconômicas de Belém está intrinsecamente ligada à evolução histórica da cidade e às características físicas do sítio urbano.

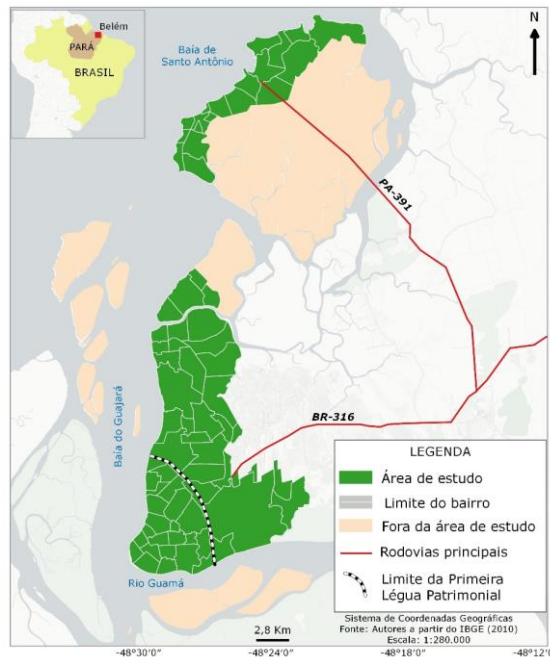
A origem da urbe se deu na confluência do Rio Guamá com a Baía do Guajará (Figura 3). A ocupação da cidade ocorreu inicialmente em terrenos de cotas mais elevadas, visto que as áreas de cotas baixas, próximas à baía, ao rio e aos pequenos cursos d'água interiores (denominados "igarapés"), eram constituídos por manguezais, alagados ou alagáveis o que dificultava a ocupação humana.

A área urbana do município de Belém está distribuída em dois segmentos: continental e insular. Nesta última, há duas áreas urbanas de porte expressivo, localizadas nas ilhas de Outeiro e de Mosqueiro.

A Figura 4 exhibe a localização dos 71 bairros de Belém. A área continental tem 48 bairros em seu território, que totalizavam 1.313.860 habitantes em 2010, ou 95,6% dos moradores da área urbana. Os quatro bairros da Ilha do Outeiro somavam 28.563 moradores (2,1% dos residentes urbanos) e os 19 da Ilha do Mosqueiro, 31.295 (2,3%).

Percebe-se pela figura que a Ilha de Mosqueiro se encontra a uma expressiva distância da parte continental de Belém. O acesso rodoviário (principal forma de acesso) é feito por duas rodovias: a BR-316 e a PA-391. Ainda que haja moradores da ilha que se desloquem diariamente para a área continental a fim de trabalhar, estudar ou realizar outras atividades, o maior fluxo de pessoas para Mosqueiro ocorre nas férias escolares (principalmente no mês de julho) e nos fins de semana prolongados pela ocorrência de feriados. Isso porque a ilha é um tradicional balneário com várias praias e muitas moradias de veraneio, a grande maioria delas pertencente a moradores de rendas médias e altas que residem na parte continental do município. Quase 53% dos domicílios da ilha foram registrados pelo Censo 2010 como sendo de uso ocasional, enquanto o percentual de domicílios nessa condição no município como um todo é de somente 4,7%.

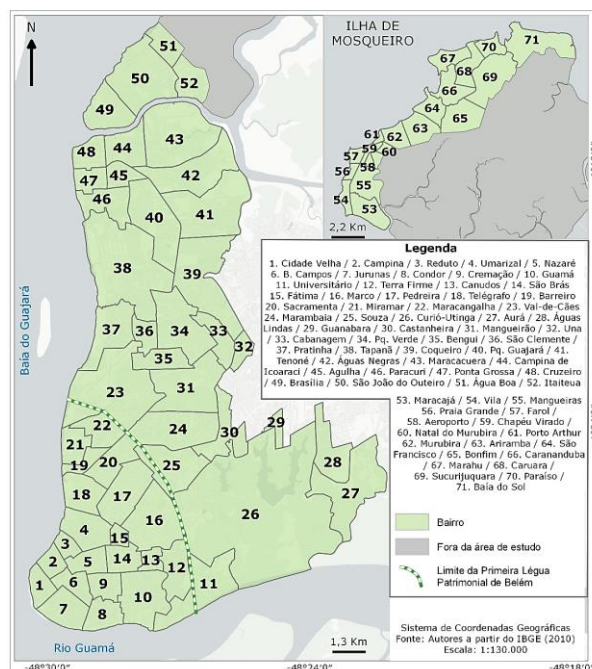
Figura 3 - (Belém, PA): Localização da área urbana, 2020



Fonte - Autores.

A Figura 5 mostra uma representação topográfica de uma parte da área continental de Belém, enquanto a Figura 6, a distribuição da renda média domiciliar *per capita* em todos os bairros da cidade no ano 2010. Os bairros de rendas mais altas ocupam a área do espigão central (cotas mais elevadas) e próxima ao centro comercial tradicional e a outras aglomerações de estabelecimentos de comércio e serviços. Nas cotas mais baixas, estão as chamadas áreas de baixadas, boa parte delas ainda hoje sujeitas a alagamentos e enchentes, formando assentamentos precários de grande extensão. Algumas das baixadas, em conjunto com os bairros de rendas mais altas, conformam a chamada Primeira Léguas Patrimonial (PLP), que constituía a quase totalidade da área urbana ocupada até a década de 1950. Tem-se, então, na PLP, duas realidades socioespaciais bem diferentes e muito próximas entre si.

Figura 4 - Belém (PA): Localização dos bairros, 2020.

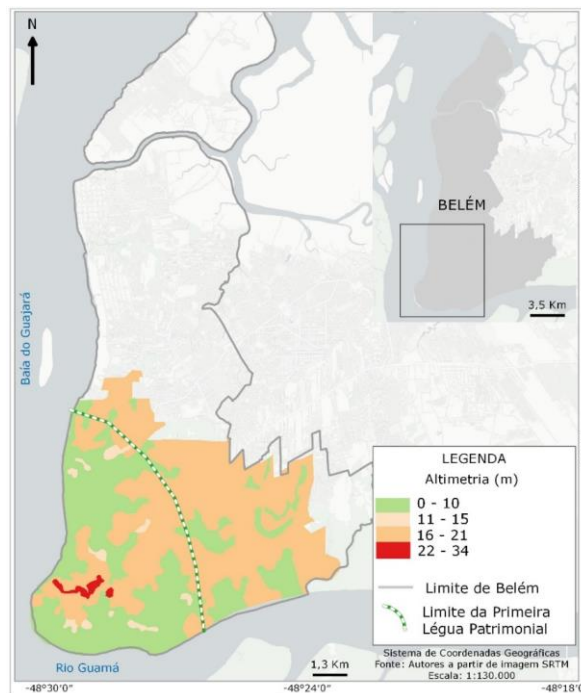


Fonte - Autores.

Após a década de 1970, sob o estímulo da implantação dos conjuntos habitacionais promovidos pelo Sistema Financeiro da Habitação, houve intensa expansão urbana para áreas fora da PLP – isto é, na Segunda Légua Patrimonial, (SLP) –, bem como para o município vizinho de Ananindeua. As rendas nessa área são, em geral, bem mais baixas do que as existentes nas áreas altas da PLP, configurando uma organização espacial do tipo centro-periferia.

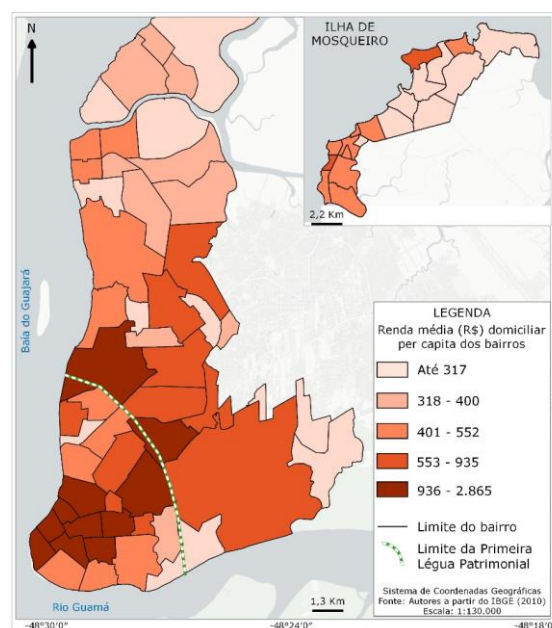
Entre a PLP e a SLP existe uma vasta área de instituições militares, educacionais e de pesquisa, além de dois aeroportos e uma área de proteção ambiental. Esse conjunto territorial causa forte descontinuidade da malha urbana. Também fora dos limites da PLP se encontra o Distrito do Mosqueiro.

Figura 5 - Belém (PA): Representação topográfica da Primeira Légua Patrimonial, 2020.



Fonte - Autores.

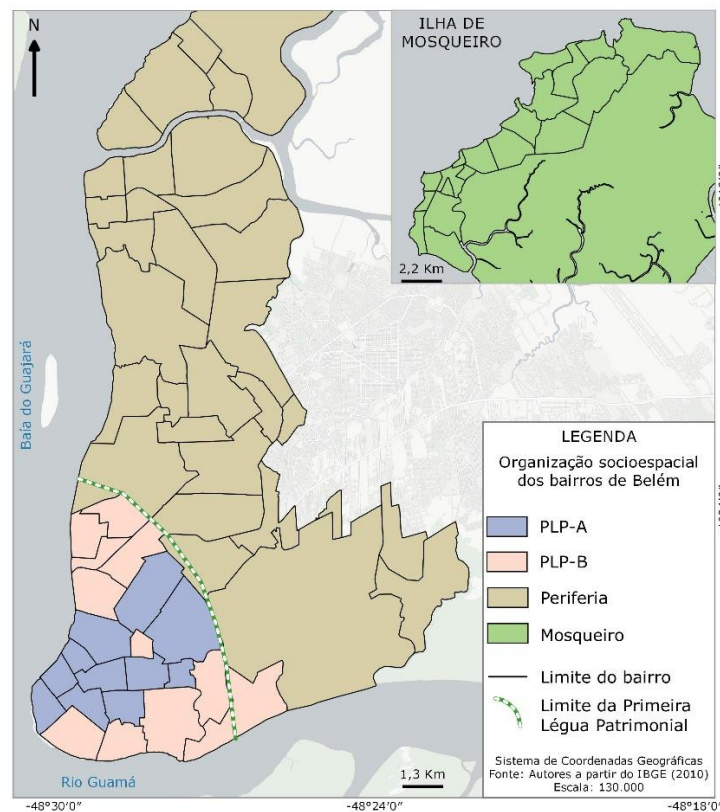
Figura 6 - Belém (PA): Renda média domiciliar per capita dos bairros por quintis, 2010



Fonte - Autores, com base em IBGE (2010).

Para fins de análise, dividiu-se a área urbanizada do município de Belém em quatro regiões (Figura 7): os bairros de rendas mais altas da PLP (definidos como aqueles com renda superior à mediana das rendas de todos os bairros da PLP), denominados “PLP_A”, em número de 11; os 11 de rendas mais baixas também da PLP (rendas abaixo da mediana dessa área), chamados de “PLP_B” (o bairro de Fátima foi classificado na PLP_B, mas se localiza no interior da PLP_A); a periferia imediata (SLP), aqui chamada de “Perif”, com 30 bairros; e 19 bairros no Distrito de Mosqueiro, “Mosq”.

Figura 7 - Belém (PA): Organização socioespacial dos bairros, 2020.



Fonte - Autores.

A Figura 8 exibe a distribuição espacial por quintis dos coeficientes de óbitos por 100 mil habitantes dos bairros de Belém. Como havia diversos bairros com população muito pequena em 2010, a figura não mostra os valores originais da variável (coeficiente bruto de incidência de COVID-19 em 2020 por 100 mil habitantes em 2010), e sim os estimadores bayesianos locais correspondentes a esses coeficientes.

A maioria dos bairros de PLP_A registra valores quintil mais elevado. Neste caso, a segregação socioespacial resultou num agrupamento de bairros com elevado coeficiente de óbitos. Em PLP_B, os bairros registraram majoritariamente números do quarto quintil, com algumas exceções.

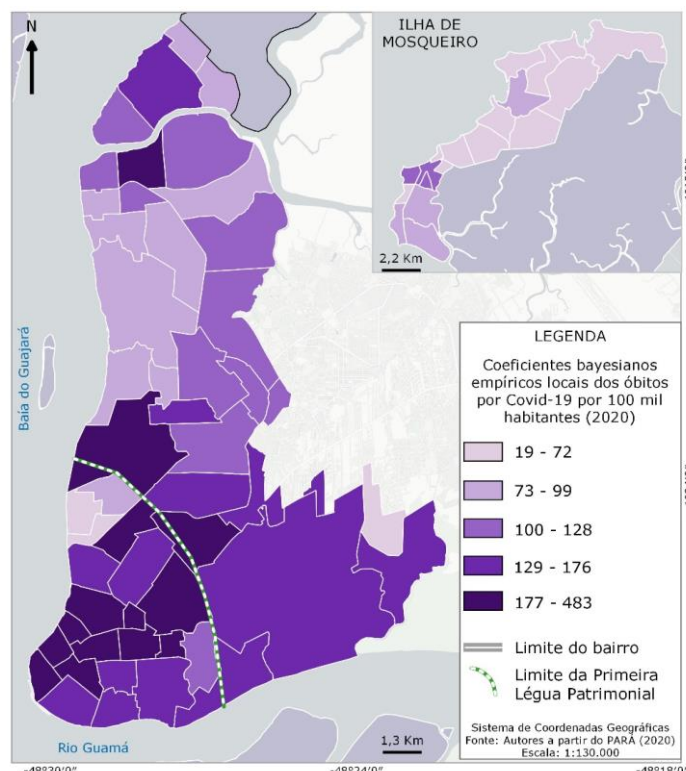
Na periferia, a maioria é de coeficientes do segundo e terceiro quintis, com exceção de alguns bairros no quarto e quinto quintis. Destaque-se que dois desses bairros no primeiro quintil localizados na periferia são limítrofes à PLP: Val-de-Cães (304 óbitos por cem mil) e Souza (287). Porém, ainda na periferia, é importante destacar o agrupamento de bairros do quinto, quarto e terceiros quintis situados ao norte da área continental – no Distrito de Icoaraci, onde há um importante subcentro de comércio e serviços e, portanto, possibilidade de aglomeração em espaços públicos – e sudoeste da ilha do Outeiro. Também se observam um agrupamento do primeiro quintil a oeste Avenida Augusto Montenegro e outro de terceiro quintil a leste dessa via. Há, portanto, uma grande diversidade de valores dessa variável.

Considerando a segregação socioespacial fragmentada quase sempre presente nas periferias das grandes cidades brasileiras e latino-americanas (CALDEIRA, 2000; BORSDOF, 2003), manifestada na proximidade entre assentamentos precários, condomínios de luxo e conjuntos habitacionais de diversas faixas de renda, a distribuição espacial de OBITO_COEF na SLP não é tão clara quanto na PLP. Torna-se

útil, então, analisar como se comportam alguns coeficientes de correlação entre as variáveis nos bairros dessa parte específica da cidade para maior clareza. A correlação entre IDOSO_PCT e RENDOM_PC foi elevada (0,62), e entre IDOSO_PCT e OBITO_COEF obteve um valor expressivo (0,582). Ou seja, as relações estatísticas entre as variáveis permanecem idênticas à cidade como um todo, mas não puderam ser visualizadas com tanta clareza no território da periferia em razão da segregação socioespacial fragmentada.

O Distrito do Mosqueiro apresentou, majoritariamente, valores baixos do primeiro e segundo quintis, principalmente nas porções central e nordeste, onde a urbanização é menos densa e há menor quantidade de visitantes. A exceção é um agrupamento de três bairros, dois dos quais estão entre os mais frequentados pelos veranistas: Farol (128) e Chapéu Virado (105).

Figura 8 - Belém (PA): Coeficientes bayesianos empíricos locais de óbitos por COVID-19 por 100 mil habitantes dos bairros por quintis, 2020.



Fonte - Autores, com base em dados da Secretaria de Saúde Pública do Estado Pará (PARÁ, 2020b).

É importante chamar a atenção para a possibilidade de haver distorções nos valores da variável OBITO_COEF em alguns bairros, em razão da variável relacionar o número de óbitos em 2020 com a população residente em 2010. Isso porque é possível que tenha ocorrido elevado crescimento populacional em alguns bairros da periferia distante e no Distrito de Mosqueiro entre 2010 e 2020; então os valores da variável podem estar superestimados nesses bairros. Ressalte-se que a capital paraense como um todo apresentou um crescimento populacional pouco expressivo entre 2000 e 2010: 8,8%.

A Tabela 4 apresenta as médias ponderadas das variáveis em cada uma das quatro áreas e na cidade como um todo, incluindo todos os 71 bairros. Fica evidente que a média de RENDOM_PC de PLP_A (R\$1.412) é muito mais alta do que a das outras três áreas. Também é bem mais elevada a média de IDOSO_PCT (14,4%) e OBITO_COEF (203 mortes por cem mil habitantes). Já PESDOM (3,5 pessoas por domicílio) é a menor de todas e LETAL_PCT (5,9%) a segunda menor, ficando atrás do Distrito de Mosqueiro (5,5%). Percebe-se também que os bairros da PLP_A têm acesso maior a água encanada ou poço na propriedade (96,9%) do que nas demais áreas.

Quanto à distribuição espacial da média ponderada de OBITO_COEF, podem ser identificados três patamares: elevado em PLP_A (203); intermediário em PLP_B (140) e Perif (124); e baixo, em Mosqueiro

(67). É oportuno observar que, em termos absolutos, o maior número de mortes ocorreu na periferia (780), seguido de PLP_A (591), PLP_B (588) e Mosq (21).

Esses dados constataam, no plano territorial, as associações positivas entre renda, percentual de idosos e coeficiente bruto de óbitos já identificado na análise conjunta das variáveis.

Tabela 4 - Belém (PA): Médias ponderadas das variáveis por áreas socioeconômicas.

Variável/Área	PLP_A	PLP_B	Perif	Mosq	TOTAL
AGUA_PCT	96,9	91,5	89,2	90,3	91,6
IDOSO_PCT	14,4	9,0	7,2	9,4	9,3
PESDOM	3,5	4,0	3,7	3,8	3,8
RENDOM_PC	1412	444	502	341	674
OBITO_COEF	203	140	124	67	144
LETAL_PCT	5,9	8,3	9,5	5,5	8,3

Fonte - Autores, com base em IBGE (2010) e Secretaria de Saúde Pública do Estado do Pará (PARÁ, 2020b).

Além do perfil etário, uma explicação hipotética para essa distribuição espacial de OBITO_COEF é a forma como a disseminação da pandemia iniciou e evoluiu na capital paraense: pelo contato com viajantes, estrangeiros ou brasileiros, algo que é bem mais frequente entre pessoas de rendas médias e altas. Em Belém, o primeiro caso identificado foi de um homem que passou o período carnavalesco no Rio de Janeiro, contaminou-se e disseminou a doença no seu retorno (SECRETARIA..., 2020). Na sequência, iniciou-se a transmissão comunitária, que, a partir dos bairros de alta renda, disseminou-se para as áreas de baixada e, posteriormente, para as demais áreas do município.

A baixa densidade demográfica da área urbana da Ilha do Mosqueiro – aqui considerando apenas os moradores permanentes do local – pode ser apontada como um fator que reduziu a velocidade de transmissão da COVID-19. Porém, é possível que a decretação de medidas de isolamento social a partir de meados de março, inclusive *lockdown* no início de maio, tenha sido decisivo para isso, ao reduzir drasticamente o fluxo de veranistas para a ilha, especialmente no mês de férias escolares (julho), quando o local fica repleto de visitantes, principalmente nos fins de semana. Sobre isso, os trabalhos de Silva e Sagastizábal (2020) e de Kerr et al. (2020) mostram evidências de que as medidas de distanciamento social tomadas em vários lugares do Brasil reduziram a ocorrência de óbitos por COVID-19.

O índice de autocorrelação espacial de Morán dos coeficientes bayesianos empíricos locais de OBITO_COEF foi de 0,476 e o pseudo p-valor de 0,001, com 999 permutações. Isso indica a rejeição da hipótese nula de que não há autocorrelação espacial entre os índices dos bairros, em um nível $p=0,05$. Noutros termos, por hipótese, identifica-se um padrão regionalizado de distribuição espacial desses coeficientes nos bairros da capital paraense.

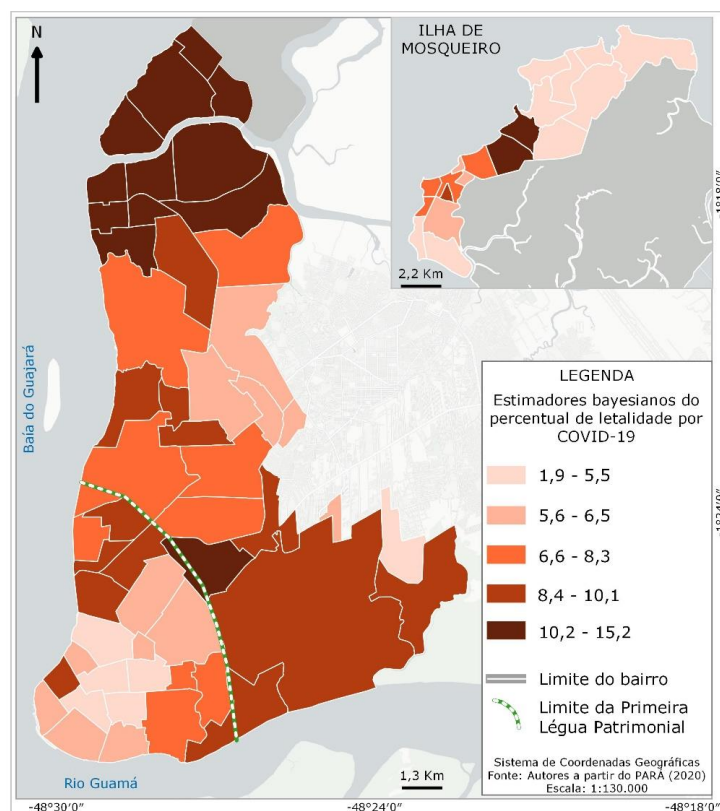
A distribuição espacial dos estimadores bayesianos do percentual de letalidade está apresentada na Figura 9. Percebe-se que aqui também existem padrões espaciais, embora não tão bem definidos como em OBITO_COEF. Nos bairros de alta e média renda da Primeira Légua Patrimonial (PLP_A), a maioria os valores de LETAL_PCT foi do primeiro e segundo quintis por causa dos domicílios com menos moradores, melhor acesso a água potável e a cuidados de saúde. Nas baixadas, houve registro do segundo, terceiro e quarto quintis, pelas condições socioeconômicas mais precárias. No Distrito do Mosqueiro, a porção nordeste apresentou valores do primeiro quintil de LETAL_PCT, em razão da baixa incidência da enfermidade nesses bairros, como visto. Já na porção sudoeste da ilha, não houve um padrão bem definido.

A maioria dos bairros da periferia apresentou valores dos três quintis mais elevados de LETAL_PCT, o que, novamente, põe em destaque a correlação negativa com este indicador com as condições socioeconômicas. Chama a atenção o agrupamento de valores do quintil mais elevado em bairros dos distritos de Icoaraci e Outeiro. Trata-se de um fato que necessita de investigação mais profunda para desvendar as razões de ter acontecido. Novamente, destaca-se a observação de Ponte et al. (2020) sobre os diferentes níveis de testagem entre os bairros, que pode ter superestimado valores LETAL_PC de alguns bairros da periferia.

Ao contrário de $OBITO_COEF$, nos bairros da periferia, as correlações específicas do percentual de letalidade com a renda e com o percentual de idosos foram de baixo valor: -0,142 e 0,211, respectivamente, isso porque, em diversos bairros, convivem pessoas de faixas de renda bastante diferentes por conta da segregação socioespacial fragmentada. De todo modo, os sinais das correlações são compatíveis com o esperado.

O índice de autocorrelação espacial de Morán dos percentuais bayesianos empíricos locais de $LETAL_PCT$ foi de 0,594 e o pseudo p-valor de 0,001, com 999 permutações. Também neste caso, rejeita-se a hipótese nula, de que não há autocorrelação espacial entre os percentuais dos bairros, em um nível $p=0,05$. Em outras palavras, hipoteticamente, identifica-se um padrão regionalizado de distribuição espacial também dos percentuais de letalidade nos bairros Belém, o qual é influenciado pela segregação socioespacial existente.

Figura 9 - Belém (PA): Percentuais bayesianos empíricos locais de letalidade por COVID-19, 2020.



Fonte - Autores, com base em dados da Secretaria de Saúde Pública do Estado Pará (PARÁ, 2020b).

A análise de componentes principais, adicionalmente, pode contribuir para o exame da mortalidade por COVID-19 com o gráfico de qualidade de representação dos casos – os 30 bairros com população de 15 mil habitantes ou mais – pelos dois componentes aqui considerados (Figura 10). No eixo que representa o Componente 1 (horizontal), mais à esquerda, estão os bairros com melhor condição socioeconômica e os menos favorecidos nesse aspecto na direção oposta. No eixo que expressa as duas variáveis relacionadas à mortalidade (vertical), os bairros com maiores valores estão na parte inferior e os menores, na superior. Deve-se esclarecer que os casos mais próximos do cruzamento dos dois eixos são os que tem menor qualidade de representação pelos dois fatores, e vice-versa.

No quadrante superior esquerdo, têm-se os bairros com melhor condição socioeconômica e menor valor da combinação mortalidade-letalidade; no quadrante superior direito, pior condição socioeconômica e menor mortalidade-letalidade; no inferior esquerdo, melhor condição socioeconômica e maior mortalidade-letalidade; e no inferior direito, pior condição socioeconômica e maior mortalidade-letalidade.

Os bairros com melhor condição socioeconômica (Nazaré, Batista Campos, Umarizal e São Brás) e outros da PLP_A, como Marco, Cremação e Pedreira, apresentam valores baixos ou moderados do Componente

2, pois estão na metade superior do gráfico ou muito próximos da linha divisória. Já a maioria dos bairros de PLP_B situa-se na parte de baixo e, portanto, possuem valores maiores desse componente, como Telégrafo, Sacramento, Guamá e Jurunas. Outros casos da PLP_B, como Condor e Terra Firme, têm valores menores. A maior parte dos bairros da periferia apresentam valores baixos desse componente, especialmente Águas Lindas, mas há dois deles que registraram os maiores resultados: Campina de Icoaraci e Agulha, ambos no Distrito de Icoaraci. Nenhum bairro do Distrito de Mosqueiro foi considerado na análise de componentes principais porque não tinham o patamar mínimo de 15 mil habitantes em 2010.

Figura 10 - Belém (PA): Qualidade das representações dos casos pela análise de componentes principais.



Fonte - Autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disseminação da COVID-19 colocou um importante desafio para o entendimento dos determinantes sociais da saúde relacionados à pandemia, especialmente no tocante à organização do espaço intraurbano. Isso é ainda mais verdadeiro no caso das cidades brasileiras de grande porte, pelo grande número de pessoas que aí vivem, muitas delas em situação de precariedade socioeconômica e ambiental. Trata-se de algo de grande importância para a formulação de políticas públicas locais, especialmente num cenário onde ainda há muitos pontos a serem esclarecidos para o conhecimento da enfermidade.

O presente trabalho constitui uma pesquisa exploratória inicial sobre como a organização socioespacial de uma cidade brasileira de grande porte, como Belém, está relacionada com a mortalidade por COVID-19 na perspectiva dos determinantes sociais da saúde. Pelas limitações desta investigação – estudo de caráter ecológico, defasagem de dez anos entre os dados socioeconômicos e epidemiológicos e elevada subnotificação do número de casos e, em menor grau, do de óbitos causados pela pandemia – as conclusões aqui apresentadas assumem o caráter de hipóteses a serem testadas por outros estudos com menos limitações. A divulgação dos resultados do Censo Demográfico 2022 será importante nesse sentido, pois reduzirá significativamente o problema da defasagem entre os dados socioeconômicos e epidemiológicos.

A subnotificação dos registros de casos e óbitos faz com que o retrato da realidade por meio desses dados seja impreciso. Mesmo assim, foi possível realizar uma análise comparativa entre os números dos diversos bairros, permitindo obter indicações relevantes para a construção de hipóteses relacionadas à influência dos determinantes sociais de saúde sobre a mortalidade provocada pela pandemia.

Esta pesquisa apresenta quatro conclusões, ou melhor, levanta quatro hipóteses sobre a ocorrência da primeira onda da pandemia no município de Belém. A primeira é que a COVID-19, ao provocar óbitos principalmente na população idosa, afetou com maior intensidade, em termos relativos, os bairros de altas e médias rendas, por terem em sua população maior percentual de pessoas com idades acima de 60 anos. Segunda, dentre as pessoas com casos notificados da enfermidade, atingiu com maior intensidade os bairros de baixa renda do que os de alta renda, pelo menor acesso às condições de prevenção e de cuidados médicos da doença. Terceira, o epicentro da pandemia foi nos bairros de altas e médias rendas e, em seguida, disseminou-se para outros bairros. A quarta hipótese é que as medidas governamentais de distanciamento social reduziram a intensidade de disseminação da enfermidade na Ilha de Mosqueiro, ao lado da baixa densidade demográfica da área urbana do local.

A construção de hipóteses plausíveis é um passo fundamental no avanço do conhecimento científico. E é neste aspecto que a presente investigação pretendeu contribuir.

REFERÊNCIAS

- BORSDOF, A. Hacia la ciudad fragmentada. Tempranas estructuras segregadas en la ciudad latino-americana. **Scripta Nova**, v. 7, 2003. Disponível em: <<https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/761>>. Acesso em: 15 out. 2020.
- BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A. A saúde e seus determinantes sociais. **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 77-93, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/physis/2007.v17n1/77-93/pt/#ModalArticles>>. Acesso em: 3 set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312007000100006>
- CALDEIRA, T. P. R. **Cidade de muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo**. São Paulo: 34: EDUSP, 2000.
- CARRAPATO, P.; CORREIA, P.; GARCIA, B. Determinante da saúde no Brasil: a procura da equidade na saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 26, n. 3, jul.-set. 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/sausoc/2017.v26n3/676-689/pt/>>. Acesso em: 3 set. 2020. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902017170304>
- CARVALHO, A. X. Y. et al. Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 7, p. 1249-1262, jul. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2012000700004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 2 set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012000700004>
- CODEÇO, C. T. et al. **Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 no Brasil e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nas microrregiões brasileiras**. [Rio de Janeiro]: Fundação Getúlio Vargas: Fundação Oswaldo Cruz, 2020. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/28942>>. Acesso em: 30 set. 2020.
- FONSECA, E. P. et al. Bayesian model and spatial analysis of oral and oropharynx cancer mortality in Minas Gerais, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 153-160, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232018000100153&script=sci_abstract>. Acesso em: 20 jul. 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018231.17022015>
- FRANCÊS, C. R. L. **Análise da evolução da pandemia de COVID-19 no Brasil – O Estado do Pará**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2020. Disponível em: <<https://portalamazonia.com/images/p/27016/NOTA-TECNICA---Analise-da-evolucao-da-pandemia-de-COVID-19-no-Brasil--O-Estado-do-Para.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2020.
- KERR, Ligia et al. COVID-19 no Nordeste brasileiro: sucessos e limitações nas respostas dos governos dos estados. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, supl. 2, p. 4099-4120, out. 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-

81232020006804099&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 out. 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.2.28642020>

LONEY, T.; NAGELKERKE, N. J. The individualistic fallacy, ecological studies and instrumental variables: A causal interpretation. **Emerging Themes in Epidemiology**, v. 11, n.18, p. 1-6, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.ete-online.com/content/11/1/18>>. Acesso em: 3 ago. 2020. <https://doi.org/10.1186/1742-7622-11-18>

PARÁ. Secretaria de Comunicação Social. **Cerca de 1,3 milhão de pessoas possuem anticorpos da Covid-19 no Estado**. 2020a. Disponível em: <<https://agenciapara.com.br/noticia/21191/>>. Acesso em: 16 ago. 2020.

_____. Secretaria de Saúde Pública. **Belém**. 2020b. Disponível em: <https://www.covid-19.pa.gov.br/public/dashboard/37ec4bed-dd93-4184-87e3-c470c5b7ac73?munic_pios=172#theme=night>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PIANTADOSI, S.; BYAR, D. P.; GREEN, S. B. The ecological fallacy. **American Journal of Epidemiology**, v. 127, n. 5, p. 893-904, 1988. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aje/article-abstract/127/5/893/61799?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 8 ago. 2020. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114892>

PONTE, J. P. X. et al. **Região Metropolitana de Belém: territórios precários, condições de infraestrutura, moradia e a COVID-19**. Belém: Universidade Federal do Pará: Observatório das Metrôpoles, 2020. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/wp-content/uploads/2020/07/Dossi%3%AA-N%3%BAcleo-Bel%3%A9m_An%3%A1lise-Local_Julho-2020.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

SANTANA, J. M. et al. Determinantes sociais da saúde e óbitos por COVID-19 nos estados da região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Funcional**, v. 11, n. 11, p. 18-29, 2020. Disponível em: <<http://www.seer-adventista.com.br/ojs3/index.php/RBSF/issue/view/115/88>>. Acesso em: 6 set. 2020.

SCHWARTZ, S. The fallacy of the ecological fallacy: The potential misuse of a concept and the consequences. **American Journal of Public Health**, v. 84, n. 5, p. 819-824, May 1994. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8179055/>>. Acesso em: 3 ago. 2020. <https://doi.org/10.2105/AJPH.84.5.819>

SECRETARIA Estadual de Saúde confirma primeiro caso de coronavírus no Pará. **G1 Pará**, Belém, 18 maio 2020. Disponível em: <<https://referenciabibliografica.net/a/pt-br/example/index/abnt/newspaper-article>>. Acesso em: 3 ago. 2020.

SILVA, P. J. S.; SAGASTIZÁBAL, C. **Vidas salvas no Brasil pelo isolamento social (v. 2.1)**. 2020. Disponível em: <https://www.ime.unicamp.br/~pjssilva/vidas_salvas.html>. Acesso em: 25 out. 2020

SUSSER, M. The logic in ecological: I. The logic of analysis. **American Journal of Public Health**, v. 84, n. 5, p. 825-829, May 1994. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8179056/>>. Acesso em: 3 ago. 2020. <https://doi.org/10.2105/AJPH.84.5.825>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **COVID-19 no Brasil: várias epidemias num só país**. Pelotas, 2020. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/covid19/files/2020/05/EPICVID19BR-release-fase-1-Portugues.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

VILLAÇA, F. **O que todo cidadão precisa saber sobre habitação**. São Paulo: Global, 1986.

WALLER, L. A.; GOTWAY, C. A. **Applied spatial statistics for public health data**. Hoboken (USA): Wiley, 2004. <https://doi.org/10.1002/0471662682>

YASAITIS, L. C.; ARCAYA, M. C.; SUBRAMANIANB, S. V. Comparison of estimation methods for creating small area rates of acute myocardial infarction among Medicare beneficiaries in California. **Health Place**, n. 35, p. 95-104, sep. 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5072888/>>. Acesso em: 5 set. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.08.003>

Recebido em: 05/09/2020

Aceito para publicação em: 30/08/2021