Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>

Análise Estatística da Vulnerabilidade Socioambiental aos Impactos da Covid-19 nos Bairros de Brasília Teimosa e Pina na cidade do Recife-PE

¹Athos Farias Menezes; ²Igor Fernandes Gomes; ³Maria do Carmo Martins Sobral; ⁴Lourdinha Florêncio; ⁵Galileu Genesis; ⁶Jacqueline da Silva Macêdo; ⁷Edvania Torres Aguiar Gomes.

¹Doutorando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. athos.menezes@ufpe.br (autor correspondente). ²Prof. Dr. Adjunto, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. igor.fernandes@ufpe.br. ³Prof. Dr. Titular, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. maria.msobral@ufpe.br. ⁴Prof. Dr. Titular, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. flor@ufpe.br. ⁵Doutorando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. galileugenesis@gmail.com. ⁶Mestranda, Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal de Pernambuco, Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. line.silvam@gmail.com. ⁷Prof. Dr. Titular, Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA Universidade Federal de Pernambuco, Av. da Arquitetura, s/nº CEP - 50740-550. edvaniaatorresaguiar@hotmail.com.

RESUMO

O Covid-19 é uma doença infecciosa causada pelo novo Coronavírus (SARS-CoV-2) que teve os primeiros registros na província de Wuhan na China e em Março de 2020 a OMS declarou a Covid como Pandemia. A partir de então diversos estudos foram realizados para analisar a transmissão do SARS-Cov-2 através de análises de Sistemas de Informações Geográficas e Estatística com a finalidade de avaliar os elementos socioambientais. Para o presente trabalho, a metodologia se caracteriza pela criação de índices de vulnerabilidade socioambientais, analisando indisponibilidade de água potável, ausência de coleta de esgoto sanitário, altas densidades demográficas, taxas de contaminação e taxas de letalidade. Os bairros selecionados foram Brasília Teimosa e Pina, utilizando informações do IJCPM, Compesa, IBGE, Secretaria de Saúde da Cidade do Recife e Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Pernambuco. Após o processamento dos dados foi introduzido o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental utilizando com os indicadores sociais. Para o bairro do Pina, foram selecionados os setores cujo IVSA foi maior ou igual a 0,6. Percebe-se que, para estes setores, a vulnerabilidade quanto ao atendimento domiciliar de esgoto e renda é moderada. Enquanto o bairro de Brasília Teimosa tem-se uma assimetria nas áreas de palafita com vulnerabilidades altas. Esse mesmo comportamento é observado quanto ao IVCD. O bairro do Pina se destaca pela quantidade de *outliers*, que ocorrem exatamente nos mesmos setores. Isso pode implicar uma relação direta entre a quantidade de casos e a quantidade de óbitos, mas também pode estar relacionada com a vulnerabilidade socioeconômica compartilhada.

Palavras-chave: Coronavírus; Saúde e Bem-Estar; Água Potável e Saneamento

Statistical Analysis of Social and Environmental Vulnerability to Covid-19 Impacts in Brasília Teimosa and Pina Neighborhoods in Recife-PE City

ABSTRACT

Covid-19 is an infectious disease caused by the new Coronavirus (SARS-CoV-2) that had its first records in China's Wuhan province and in March 2020, WHO declared Covid as a Pandemic. Since then, several studies have been carried out to analyze the transmission of SARS-Cov-2 through analyzes of Geographic Information Systems and Statistics with the purpose of evaluating the socioenvironmental elements. For the present work, the methodology is characterized by the creation of socioenvironmental vulnerability indices, analyzing the unavailability of drinking water, the absence of sanitary sewage collection, high demographic densities, contamination rates and lethality rates. The selected neighborhoods were Brasília Teimosa and Pina, using information from IJCPM, Compesa, IBGE, Health Secretariat of the City of Recife and Secretariat of Planning and Management of the State of Pernambuco. After processing the data, the Socio-Environmental Vulnerability Index was introduced using social indicators. For the Pina neighborhood, sectors were selected whose IVSA was greater than or equal to 0.6. It is perceived that, for these sectors, the vulnerability regarding home care for sewage and income is moderate. While the Brasília Teimosa neighborhood has an asymmetry in stilt areas with high vulnerabilities. This same behavior is observed in relation to the IVCD. The Pina neighborhood stands out for the number of outliers, which occur in exactly the same sectors. This may imply a direct relationship between the number of cases and the number of deaths, but it can also be related to shared socioeconomic vulnerability.

Keywords: Coronavirus; Health and wellness; Clean water and sanitation

Introdução

A covid-19 é uma doença infecciosa causada por um novo coronavírus (SARS-Cov) que teve os primeiros registros em dezembro de 2019 na província de Wuhan, na China. O surto se proliferou rapidamente em todo mundo e no dia 11 de março de 2020 a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a Covid como Pandemia (Zhag & Schwartz, 2020).

A transmissão do SARS-Cov-2 ocorre, especialmente, por via respiratória através de aerossóis com gotículas contaminadas. Apesar de estudos sugerirem diversos tratamentos como antivirais (Yu et al. 2020) ainda não se tem um medicamento específico para o combate da covid-19 (Geleris et al., 2020).

No mundo, até o final do mês de dezembro mais de 80 milhões de pessoas foram diagnosticadas com o SARS-Cov e aproximadamente 1 milhão de mortes foram relatadas. No Brasil, os dados relatados até o mês de março de 2021 apresentaram mais de 12 milhões de pessoas infectadas e cerca de 300 mil pessoas vieram a óbito, uma taxa de letalidade de aproximadamente 3% (Ministério da Saúde, 2020).

Diversos estudos sugerem a potencialização do aumento dos casos e taxa de letalidade devido a elementos socioambientais como: indisponibilidade de água potável, ausência de coleta de esgoto sanitário, altas densidades demográficas, entre outros elementos, pois são fatores que podem elevar os números de contaminação (Luo et al., 2020).

Análises realizadas através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) têm sido usadas a fim de demonstrar o mapeamento da distribuição e difusão da pandemia (Boulos & Geraghty, 2020; Bherwani, et al., 2020; Franch-Pardo et al. 2020; Sarwar et al., 2020)

No entanto, ainda são poucas as análises publicadas sobre as disparidades geográficas e os fatores de risco associados a infecções e fatalidades nas comunidades urbanas e rurais (Wang et al, 2020; Xu, 2020; Sarkodie & Owusu, 2020).

Desta forma, estudos sobre vulnerabilidade como Amram et al. (2020); Gilbert et al. (2020); e Storopoli et al. (2020), se destacam devido a regionalização apresentada e os indicadores para fins de uma melhor análise sobre as questões estruturais no Continente Africano, Estados Unidos e Brasil, que apresentam potenciais relações com as questões de casos e letalidades referentes ao novo coronavírus.

A vulnerabilidade é determinada pelas condições de um sistema social, econômico, político, entre outras variáveis. O International Strategy for Disaster Reduction-ISDR (2014) propôs um índice de vulnerabilidade, aplicado por Marcelino, Nunes e Kobayana (2006) levando em consideração apenas população idosa e por Souza et al. (2014) que levou em consideração a população total de uma região.

Outrossim, presente trabalho tem como objetivo utilizar indicadores socioambientais observados nos setores censitários dos bairros de Brasília Teimosa e do Pina na Cidade do Recife-PE a fim de analisar a vulnerabilidade ao risco de contaminação do novo Coronavírus.

Metodologia

Área de estudo

Os bairros de Brasília Teimosa e do Pina se encontram na Zona Sul da cidade do Recife, na Região Política Administrativa de Número 6.

O Bairro do Pina possui uma área total de 629 hectares, com uma população total de 29.176 habitantes, contando com uma distância de 4,5km de distância em relação ao Marco Zero da cidade do Recife. A taxa de alfabetização da população gira em torno de 92% do valor total, com um crescimento populacional médio anual de 0,62%. O bairro do Pina também conta com 3 Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS): Ilha de Deus, Encanta Moça e Parte de Brasília Teimosa (Prefeitura do Recife, 2020).

Figura 1: Mapa de Localização dos Bairros do Pina e Brasília Teimosa. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 – Zona 25S.

Já o bairro de Brasília Teimosa, possui uma área total de 61 hectares, contando com uma população total de 18.334 habitantes. A taxa de alfabetização da população gira em torno de 91,8%, enquanto a taxa geométrica de crescimento é de 0,44%. De acordo com a prefeitura do Recife, a distância entre o bairro de Brasília Teimosa e do Pina é de 2,33 km. Todo o bairro é diagnosticado como uma ZEIS.

Setores censitários

Os setores censitários são definidos como unidades de coleta e de controle cadastral situadas em ambientes rurais ou urbanos de um mesmo distrito ou bairro. A área dos setores censitários respeita os limites territoriais legais estabelecidos pelo IBGE para obtenção de dados estatísticos (IBGE, 1991; 2007).

Figura 2: Mapa de Localização dos Setores Censitários dos Bairros de Brasília Teimosa e do Pina. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

De acordo com o IBGE (2007), a definição dos limites é avaliada por pontos de fácil referência, estáveis e de fácil identificação. Para este trabalho foram analisados os dados demográficos de 25 setores censitários do Bairro de Brasília Teimosa e 40 setores censitários do Bairro do Pina, ambos da cidade do Recife, utilizando informações do IJCPM (Instituto João Carlos Paes Mendonça), Compesa (Companhia Pernambucana de Saneamento), IBGE, Secretaria de Saúde da Cidade do Recife e Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Pernambuco.

Índice de vulnerabilidade

A vulnerabilidade é determinada pelas condições de um sistema social, econômico, político, entre outras variáveis. O International Strategy for Disaster Reduction-ISDR (2004) propôs um índice de vulnerabilidade, aplicado por Marcelino, Nunes e Kobayana (2006) levando em consideração apenas população idosa e por Souza et al. (2014) que levou em consideração a população total de uma região. Neste trabalho, para determinar o índice de vulnerabilidade utilizar-se-á a Equação 1 definida por Souza et al. (2014), que permite uma padronização dos indicadores selecionados empregando-se o cálculo de índices de vulnerabilidade relativos.

Ressalta-se que todas as variáveis e parâmetros serão escalonados entre 0 (valor mínimo) e 1 (valor máximo), conforme Marcelino et al. (2006). Este escalonamento foi realizado por meio da Equação 2:

$$indice = \frac{(V_{observado} - V_{mínimo})}{(V_{máximo} - V_{mínimo})} \quad (1)$$

Para todos os indicadores serão utilizados índices de vulnerabilidade baseados em Souza et al. (2014) e posteriormente realizada a média dos 5 indicadores socioambientais para cada setor censitário dos bairros do Pina e Brasília Teimosa. Para cada indicador foram atribuídos pesos específicos conforme a importância do elemento para questões de vulnerabilidade social.

Para esgotamento sanitário e renda foram atribuídos peso 3, para densidade demográfica o peso atribuído foi 2, para óbitos por caso e óbitos por densidade foram utilizados peso 1 entendendo que estas duas variáveis são condicionantes das variáveis pretéritas.

$$IVSA = (IVE \times 0,3) + (IVR \times 0,3) + (IVDD \times 0,2) + (IVOC \times 0,1) + (IVOD \times 0,1) \quad (2)$$

Onde:

IVSA = Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
 IVE = Índice de Vulnerabilidade ao Esgotamento sanitário
 IVR = Índice de Vulnerabilidade para Renda
 IVDD = Índice de Vulnerabilidade para Densidade Demográfica

IVCD= Índice de Vulnerabilidade para Casos por Densidade
 IVOD = Índice de Vulnerabilidade para Óbitos por Densidade

O índice de vulnerabilidade socioambiental (IVSA) apresenta valores que estão caracterizados entre 0 (nenhuma vulnerabilidade) até 1 (vulnerabilidade total). Diante dos dos intervalos apresentados no quadro baixo:

Índice de Vulnerabilidade Socioambiental	
Vulnerabilidade Muito Baixa	0 - 0,199
Vulnerabilidade Baixa	0,200 - 0,399
Vulnerabilidade Média	0,400 - 0,499
Vulnerabilidade Alta	0,500 - 0,799
Vulnerabilidade Muito Alta	0,800 - 1

As informações censitárias foram coletadas a partir da base de dados do IBGE (2010) contemplando uma diversidade de informações sociais e econômicas para os bairros de Brasília Teimosa e Pina, bem como de seus respectivos setores censitários.

Dentre estes foram selecionados como indicadores censitários a densidade demográfica, renda média mensal e percentual de atendimento no serviço de coleta de esgoto domiciliar.

Já os indicadores epidemiológicos, para os bairros, foram definidos com base nos dados de série temporal (número diário de casos e de óbitos por COVID 19 desde o início da pandemia) e obtidos através da base de dados do Instituto para Redução de Riscos e Desastres de Pernambuco (IRRD). Com relação à dinâmica epidemiológica dos setores censitários desses bairros, foram feitas coletas de dados a partir do painel dinâmico da Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Pernambuco (SEPLAG). As variáveis consideradas foram a de casos e óbitos por densidade demográfica, uma vez que por meio destas variáveis é possível se atingir uma base de equiparação epidemiológica entre diferentes setores.

Também se promoveu uma análise de distribuição dos dados para cada indicador na forma de Box Plot (gráfico de caixa) com a identificação de *outliers* e determinação da média, mediana e

terceiro quartil. O gráfico tipo BoxPlot é geralmente empregado para avaliação de uma distribuição empírica dos dados sendo estruturado por medidas estatísticas descritivas sendo estas o primeiro quartil Q1 (percentil 25), terceiro quartil Q3 (percentil 75) e mediana (percentil 50). Os limites superior e inferior são definidos por:

$$\begin{aligned} \text{Limite superior:} & \min\{\max(\text{dados}); Q3 + 1,5(Q3 - Q1)\} \\ \text{Limite inferior:} & \max\{\min(\text{dados}); Q1 - 1,5(Q3 - Q1)\} \end{aligned}$$

Definem-se *outliers* todos os pontos fora destes limites, ou seja, dados discrepantes. Neste tipo de análise, a diferença entre os quartis também pode ser considerada como uma medida de variabilidade dos dados.

Resultados e discussão

A primeira avaliação se deu pela densidade demográfica, que é o resultado da *relação* entre a população absoluta e a área. Neste sentido, densidades demográficas elevadas apresentam maiores possibilidades de contaminação e consequentemente alta no número de óbitos em uma dada região (Carozzi et al., 2020).

Outrossim, algumas regiões são diagnosticadas pelo IBGE como aglomerados subnormais, ou seja, regiões caracterizadas por um padrão urbano irregular indicando aspectos como:

carência de serviços públicos, densidades demográficas elevadas e ocupação irregular.

O bairro do Pina apresentou poucos pontos de densidades demográficas elevadas devido ao tamanho total da área, embora tenha uma população

maior que o bairro de Brasília Teimosa onde foram observados setores censitários de densidades demográficas elevadas como observado na imagem 3.

Figura 3: Índice de Vulnerabilidade por Densidade Demográfica nos Bairros de Brasília Teimosa e do Pina. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

A Zona Sul da cidade do Recife, onde estão localizados os bairros do Pina e Brasília Teimosa, não apresenta tantas regiões de elevadas densidades demográficas se comparados a outros bairros da cidade do Recife.

No bairro de Brasília Teimosa diversos setores censitários como os setores 32303, 32306 e 32557 foram diagnosticados com vulnerabilidade alta. No entanto, o Setor 32559 apresenta IVDD de 0,92 sendo o setor mais vulnerável quanto à densidade demográfica. Já para o bairro do Pina apenas o setor 32294 foi diagnosticado com vulnerabilidade muito alta (IVDD igual a 1) e os demais setores apresentaram índice inferior a 0,5.

Um dado com relação à densidade demográfica é que as cidades mais poluídas tendem a ter densidades de poluição mais altas, aumentando a probabilidade de contrair a covid-19 bem como, outras cargas virais. Desta forma, deve-se levar em consideração as condições de saúde dos pacientes infectados, como as comorbidades de diversas formas (Carozzi et al., 2020).

Outro aspecto de grande importância para avaliar a vulnerabilidade ao novo coronavírus é a

questão da renda média mensal. A cidade do Recife apresenta muitas disparidades com relação às desigualdades econômicas.

Outrossim, os bairros do Pina e Brasília Teimosa demonstram uma ausência de homogeneidade econômica, como é o caso dos setores 32295 e 32657 que apresentam valores de renda média abaixo de R\$ 1.000,00 mensais, enquanto os setores 32283 e 32547 se destacam pela média salarial acima de R\$ 10.000,00.

Segundo o IBGE (2010), os setores 32281 e 32544 relatam valores de R\$ 26.174,66 e R\$ 27.621,05, respectivamente, enquanto os setores 32295 e 32657 relatam R\$ 588,13 e R\$ 701,99 se destacando pelos menos valores salariais médios.

Desta forma, é possível verificar a distribuição em termos de índice de vulnerabilidade à renda (IVR) na Imagem 4 onde, para o Bairro de Brasília Teimosa, os setores 32650 e 32312 se apresentam classificados com vulnerabilidade muito alta. Enquanto os demais setores encontram-se abaixo de 0,5 mostrando vulnerabilidade de média a muito baixa.

Figura 4: Índice de Vulnerabilidade Por Renda nos Bairros de Brasília Teimosa e do Pina. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

Uma avaliação para a vulnerabilidade com relação a renda apresenta uma razoabilidade sobre os casos que outorgaram a morte devido ao novo coronavírus. Segundo o Ministério da Saúde (2020), a maior parte da população que veio a óbito no Brasil, pelos casos de Covid-19, foram diagnosticados pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

Um dos graves pontos relatados foram as questões do diagnóstico inicial e dos protocolos. No início da pandemia, diversos comerciais nas mídias

sociais destacavam a necessidade de ficar em casa e não procurar uma emergência com a finalidade de não sobrecarregar o SUS aos primeiros sintomas sentidos.

Regiões de maior vulnerabilidade e que se apresentam com rendas mais baixas são usuárias do SUS, enquanto regiões de rentabilidade maior são usuárias dos planos de saúde. Estas regiões nos bairros do Pina e Brasília Teimosa são bem identificadas como possível observar na imagem 4.

Exemplos como os Estados Unidos (Parolin, 2020), apontam que a pobreza ao longo da pandemia do novo coronavírus aumentaram especialmente para adultos e crianças que vivem em situação de maior vulnerabilidade.

De acordo com os dados obtidos diversos setores censitários como 32309 e 32650, apresentaram uma vulnerabilidade muito alta com relação à contaminação no bairro de Brasília Teimosa enquanto no bairro do Pina houve um destaque para o setor de ID 32280 apresentando vulnerabilidade muito alta.

De acordo com Freitas et al. (2020), comunidades vulneráveis devido à pobreza e miséria, exclusão e discriminação no acesso a bens e serviços, impactos no consumo de renda, bem-estar e desigualdades sociais sofrem maiores exposições com relação aos surtos epidêmicos.

Outro fator abordado neste trabalho foi o acesso ao esgotamento sanitário que é uma das variáveis para o índice de vulnerabilidade proposto. De acordo com o IBGE (2010), cerca de 100 milhões de pessoas não possuem acesso a tal serviço, onde 31,1 milhões de brasileiros não possuem água tratada através da rede geral e 5,8 milhões não possuem banheiro em casa.

Figura 5: Índice de Vulnerabilidade por Esgotamento Sanitário nos Bairros de Brasília Teimosa e do Pina. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

O esgotamento sanitário adequado e a água potável são elementos de essencial importância para o combate ao coronavírus como descrito por Freitas et al. (2020). No entanto, o cenário brasileiro ainda preconiza uma falta muito grande de acesso à água potável.

Da mesma forma, a cidade do Recife não se diferencia quanto ao esgotamento sanitário. Diversos setores censitários se destacam negativamente por apresentarem uma vulnerabilidade muito alta, como é o caso do bairro do Pina onde praticamente todos os setores apresentam vulnerabilidades elevadas.

Apenas 38% dos setores apresentam valores de IDE abaixo de 0,4 no bairro do Pina, enquanto 28% apresentou vulnerabilidade muito alta como foi o caso dos setores 32298 e 32299, se destacando com IDE superior a 0,9. Já no Bairro de Brasília Teimosa apresentou apenas três setores censitários com vulnerabilidade muito alta.

A região da bacia do Pina se destaca negativamente com relação ao saneamento básico adequado. Este fator se dá pela grande quantidade de palafitas localizadas ao longo da beira do Rio.

Os dados dos setores censitários mostram que os setores de ID 32298, 32299, 32297 possuem menos de 5 residências com esgotamento sanitário adequado para a toda a delimitação do IBGE, sendo o setor 32298 contando com apenas uma residência. Este setor corresponde a ZEIS da Ilha de Deus.

A região possui uma aproximação considerável com o Shopping Rio Mar e outros empresariais importantes para a Região, o que demonstra um padrão de desigualdades sociais elevadas.

Por outro lado, os setores de ID 32555 e 32308, apresentaram resultados muito baixos para vulnerabilidade para o bairro de Brasília Teimosa da mesma forma que no Bairro do Pina onde setores censitários da Região Central relataram baixa vulnerabilidade.

Observando os dados disponibilizados pela Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco e a Secretaria de Saúde da Prefeitura do Recife, a RPA-6 foi a região que mais apresentou valores de contaminação pelo novo coronavírus, com destaque para o Bairro do Pina.

Figura 6: Índice de Vulnerabilidade por Esgotamento Sanitário nos Bairros de Brasília Teimosa e do Pina. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

Neste sentido, os setores 32280 e 32996 apresentaram os maiores problemas relacionados à contaminação pelo novo coronavírus com 26, e 16 casos respectivamente.

As taxas de infecção por SARS-CoV-2 são mais altas em áreas de pobreza concentrada devido

a vários fatores que aumentam o risco de exposição. O aumento da densidade habitacional, muitas vezes com várias gerações aglomeradas sob um telhado, limita a capacidade à distância física e pode levar a grupos familiares de COVID-19 (Yaya et al., 2020).

Figura 7: Índice de Vulnerabilidade por Densidade Demográfica nos Bairros de Brasília Teimosa e do Pina. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

Como é possível observar na imagem 6, apenas um setor censitário apresentou vulnerabilidade muito alta no bairro de Brasília Teimosa (ID 32650) da mesma forma que ocorreu no setor do Pina (ID 32295) para a relação Óbitos/Densidade Demográfica.

Alguns países como a Coreia do Sul basearam sua estratégia de contenção a contaminação através do distanciamento social em larga escala além da realização de testes massivos nas áreas de maior adensamento populacional (Lee et al., 2020).

Após o processamento das informações dos dados com relação aos casos de COVID-19 disponibilizados pela SEPLAG, foram verificadas algumas disparidades espaciais com relação aos índices de contaminação pelo novo coronavírus.

De forma a equiparar o número de casos e de óbitos entre os setores, foi aqui adotado o índice que é definido pela razão entre o número de casos e de óbitos e a densidade demográfica. A Figura 8 apresenta a distribuição, por setores censitários, destes índices de vulnerabilidade tanto para o bairro de Brasília Teimosa (Fig. 8a) quanto do Pina (Fig.8b).

(a)

(b)

Figura 8 - Índices Relativos de Vulnerabilidade de Casos e Óbitos por densidade demográfica para os setores censitários dos bairros de: (a) Brasília Teimosa; (b) Pina.

A medida destes índices se deu de forma relativa dentro de cada um dos bairros, para seus respectivos setores censitários. Observa-se que no

bairro de Brasília Teimosa o Setor 32650 mostrou-se como mais vulnerável, o que implica que apresentou, dentro do bairro, o maior número de casos e de óbitos por densidade demográfica. Além deste, os setores 32310, 32313 e 32554 podem ser destacados, com valores próximos a 0,5, porém, para o setor 32310 observa-se apenas vulnerabilidade quanto ao número de casos por densidade e para o qual não foi registrado óbito.

Os demais setores apresentaram vulnerabilidade entre 0,1 e 0,4, onde para alguns apenas o IVCD foi observado e 62,5% dos setores apresentaram IVOD nulo, ou seja, sem registro de óbitos. Também verificou-se que 41,7% dos setores não tiveram registros de casos, o que implicou em IVCD também nulo.

Já para o bairro do Pina, apenas dois setores apresentaram índices de vulnerabilidade de

casos e óbitos por densidade relevantes sendo estes os setores 32295 (com vulnerabilidade muito alta quanto ao IVCD e o IVOD) e 32299 apresentando vulnerabilidade muito alta para IVCD e média para IVOD. Os demais setores apresentaram valores muito baixos para estes índices onde 51,28% não registraram casos e 64,1% não possuem óbitos, implicando em IVCD e IVOD nulos.

Estes resultados implicam na necessidade de uma atenção especial aos aspectos sócioeconômicos e ambientais dos setores cuja vulnerabilidade se repete para os diferentes indicadores relativos calculados.

Uma forma de se quantificar isto é através do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) que contempla, na forma de um único índice, todos os indicadores quantificados, cuja distribuição pode ser observada nos mapas da Figura 9.

Figura 9: Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. Sistemas de Coordenadas UTM. Datum: SIRGAS 2000 - Zona 25S.

Partindo-se a uma análise deste índice global, pode-se observar, de forma complementar aos dados de mapa, os valores para cada setor

através do gráfico da Figura 10 para o bairro de Brasília Teimosa.

Figura 10 - Distribuição do índice de vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) para o Bairro de Brasília Teimosa.

De forma a se fazer uma análise integrando todos os indicadores relativos e o global, foram selecionados os setores cujo IVSA foi superior a 0,5, sendo estes os Setores 32650, 32302, 32311 e 32557. A partir disso construiu-se o gráfico da Figura 11 que fornece o detalhe da vulnerabilidade

de cada setor, onde, quão mais próximo dos vértices do gráfico (IVs próximos de 1) mais vulnerável será o setor quanto ao índice observado e quanto mais próximo do centro, menos vulnerável será.

Figura 11. Distribuição do índice de vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) para o Bairro de Brasília Teimosa.

Nesta análise verifica-se, conforme já discutido, que o setor 32650 apresenta vulnerabilidade elevada quanto ao IVE, IVR, IVCD e IVOD, bem como quanto à vulnerabilidade global (socioambiental IVSA),

porém tem vulnerabilidade nula para densidade demográfica.

O setor 32650 se destacou por apresentar níveis de vulnerabilidade muito elevados, esta região, como supracitado encontra-se nas proximidades do Shopping Center Rio Mar. No

entanto, apesar da valorização da área após a construção dos empreendimentos imobiliários a infraestrutura encontrada na região não foi refletida com a realidade apresentada nas áreas de palafita encontradas em volta do shopping.

O mesmo tipo de análise foi feito para os setores do bairro do Pina considerando os resultados da Figura 12.

Figura 12. - Distribuição do índice de vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) para o Bairro do Pina.

A Figura 13 apresenta todos os índices determinados, fornecendo um panorama integrado para análise da situação de cada um dos Setores Censitários quanto à vulnerabilidade. Para o bairro do Pina, foram selecionados os setores cujo IVSA foi maior ou igual a 0,6.

Percebe-se que, para estes setores, todos apresentaram baixa vulnerabilidade quanto à

densidade demográfica, porém com considerável vulnerabilidade quanto ao atendimento domiciliar de esgoto e renda. Nem todos os setores apresentam alta vulnerabilidade quanto aos casos e óbitos por densidade demográfica.

Figura 13 - Distribuição do índice de vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) para o Bairro de Brasília Teimosa.

A distribuição de cada indicador para os setores censitários, tanto para Brasília Teimosa

quanto para o bairro do Pina, está apresentada na forma de gráfico de Box Plot na Figura 14.

Figura 14:: Gráficos Box Plot dos indicadores de vulnerabilidade para os bairros de (a) Brasília Teimosa e (b) Pina.

Verifica-se que, para os indicadores IVE, IVR e IVDD, os valores de mediana no bairro de Brasília Teimosa são bem mais homogêneos do que os observados no Pina. Ainda para esses indicadores os resultados mostram-se mais dispersos no bairro de Brasília Teimosa, com exceção do IVE. Observando somente o indicador de renda (IVR), fica claro que ambos os bairros apresentam uma assimetria negativa, tendo maior dispersão em Brasília teimosa e os resultados mais críticos no Pina. Em contrapartida, quando se analisa os *outliers*, o bairro do Pina apresenta diversos valores discrepantes, em especial no IVR, os quais podem estar associados às suas peculiaridades territoriais, que possui algumas áreas de alto padrão.

Já com relação aos indicadores que incluem dados da COVID-19 nota-se que para o IVOD a mediana foi nula nos dois bairros analisados, o que indica que na maioria dos setores censitários não houve mortes por COVID-19 conforme já discutido anteriormente.

Porém, no bairro de Brasília Teimosa tem-se uma assimetria negativa que é ausente no Pina. Esse mesmo comportamento é observado quanto ao IVCD. O bairro do Pina se destaca mais uma

vez pela quantidade de *outliers*, que ocorrem exatamente nos mesmos setores, tanto para o IVOD, quanto para IVCD, como mostra a Tabela 2.

Isso pode implicar uma relação direta entre a quantidade de casos e a quantidade de óbitos, mas também pode está relacionada com a vulnerabilidade socioeconômica compartilhada por esses setores, já que metade dos *outliers* para esses indicadores possuem dados de renda e percentuais de esgoto adequados abaixo da média do bairro (32295, 32296 e 32299).

Com isso fica claro que, apesar de se classificar a vulnerabilidade conforme intervalos propostos na Tabela 1, as medidas estatísticas calculadas, como média, mediana e terceiro quartil, também podem ser úteis como parâmetros de classificação de vulnerabilidade. As medidas estatísticas obtidas para estes indicadores são listadas na Tabela 2.

Tabela2: Tabela com medidas de distribuição para os índices de vulnerabilidade

Indicador	Bairro	Média	Mediana	Desvio Padrão	1º quartil	3º quartil	<i>Outliers</i>
IVE	Brasília Teimosa	0,385	0,302	0,266	0,189	0,492	Setor 32650

	Pina	0,533	0,475	0,285	0,313	0,841	--
IVR	Brasília Teimosa	0,440	0,451	0,248	0,240	0,623	--
	Pina	0,802	0,884	0,238	0,759	0,943	Setores 32281, 32283, 32544, 32547
IVDD	Brasília Teimosa	0,372	0,292	0,261	0,196	0,524	--
	Pina	0,176	0,106	0,201	0,060	0,238	Setores 32294, 32548
IVCD	Brasília Teimosa	0,215	0,110	0,261	0	0,326	Setor 32650
	Pina	0,062	0	0,210	0	0,011	Setores 32280, 32282, 32295, 32296, 32298, 32299
IVOD	Brasília Teimosa	0,142	0	0,241	0	0,247	Setor 32650
	Pina	0,044	0	0,171	0	0,006	Setores 32280, 32282, 32292, 32295, 32296, 32298, 32299
IVSA	Brasília Teimosa	0,358	0,323	0,134	0,274	0,401	--
	Pina	0,446	0,425	0,152	0,339	0,582	--

Proposta de Zoneamento

De acordo com Becker e Egler (1996), unidades territoriais são elementos importantes na análise para a criação de zoneamentos ambientais. Neste sentido cada célula corresponde a análises fundamentais para fins de melhores avaliações. Para tal trabalho o pensamento sobre o

zoneamento se deu a partir da perspectiva geográfica.

Segundo Crepani et al. (1996), uma unidade territorial básica é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-las. A criação de zonas. Neste sentido, foram estabelecidas zonas para os bairros do Pina e Brasília Teimosa afim de que a discussão sobre a gestão de políticas públicas socio-ambientais sejam

analisadas através de aspectos comuns aos setores censitários.

Figura 15: Imagem da proposta de Zoneamento dos Bairros do Pina e Brasília Teimosa

De acordo com Melo et al. (2008), uma proposta de zoneamento para o âmbito da saúde deve levar em conta a extrema heterogeneidade do território brasileiro e buscar a complementaridade entre as regiões e seus serviços.

No caso dos Bairros de Brasília Teimosa e Pina isso a ideia de heterogeneidade é observada ao longo do território da divisão territorial contida nos setores censitários através dos aspectos socioambientais.

Em ambos os bairros é possível analisar um contraste no aspecto econômico, ambiental e social. No caso de Brasília Teimosa essa disparidade é um pouco menor. Com exceção do setor Oeste, todo o bairro contém as mesmas similaridades com relação aos serviços oferecidos.

Como descrito, o Setor Oeste ainda apresenta muitas palafitas, como consequência a precariedade do aspecto sanitário é bastante precária. Algo semelhante a Zona Sul do Bairro do Pina.

No entanto, o Bairro do Pina apresenta uma heterogeneidade muito mais intensa devido ao aspecto financeiro. Devido a localização geográfica muitas das áreas da região se tornaram alvos de especulação imobiliária enquanto outras, como a Zona Sul (Figura 15), ainda não receberam a devida atenção governamental com relação as áreas de palafitas.

Neste sentido Ribeiro (2004) afirma que, a regionalização como ferramenta gestora refere-se a multiplicidade de elementos que caracterizam a existência conjuntos de variáveis estabelecidas com a finalidade de alcançar a transformação da eficácia em meta política e a imposição do agir instrumental estratégico.

Conclusões

O índice de vulnerabilidade socioambiental correlacionou os dados dos setores censitários do IBGE e aos casos de contaminação e óbitos pelo novo coronavírus. A presente proposta traz consigo variáveis que verificam a situação social das regiões como um todo.

A relação entre a vulnerabilidade ao acesso ao esgotamento sanitário adequado com o IVSA foi correlacionada em torno de 60% para os bairros do Pina e Brasília Teimosa, enquanto a análise para vulnerabilidade à renda teve uma forte relação com o número de óbitos no bairro do Pina.

Algumas condições de infraestrutura inadequada revelam a falta de serviços básicos como banheiros ou água encanada, como observado nas áreas do entorno da bacia do Pina na condição de palafitas.

Portanto, a aplicação do índice de vulnerabilidade para observar questões estatísticas com a finalidade de obter uma análise para serviços

essenciais de saúde no âmbito social contribuem para avaliar a tomada de decisões estruturais para a melhoria populacional.

O grande benefício da metodologia proposta é a praticidade para análise estatística através de um sistema de informações geográficas alimentado através de um banco de dados de fácil acesso e processamento.

O índice se mostrou fidedigno às condições de casos reais verificadas pela Seplag e secretarias de saúde (estadual e municipal), com relação a quantidade de casos e quantidade de óbitos.

No entanto, o índice poderia ter uma melhor precisão caso houvesse a possibilidade de mais informações em tempo real. Para isso seria necessário um sistema de informações geográficas ligada aos locais onde são realizados os exames para diagnóstico de novos pacientes com covid, além dos hospitais em que ocorreram os óbitos de pacientes contaminados.

Problemas socioambientais de larga escala, como é o caso da covid-19, afetam profundamente a saúde de pessoas socialmente vulneráveis em comunidades mais carentes.

Neste estudo, questões sociais da saúde, como ausência de infraestrutura adequada, habitação, educação, e justiça ambiental e econômica, é essencial para reduzir as desigualdades e os impactos dos desastres na saúde.

Agradecimentos

Agradecimento especial a Reitoria da Universidade Federal de Pernambuco e a Propesq pelo financiamento do presente trabalho.

Referências Bibliográficas

Amram, O., Amiri, S., Lutz, R.B., Rajan, B., Monsivais, P., 2020. Development of a Vulnerability Index for Diagnosis with the Novel Coronavirus, COVID-19, in Washington State, USA. *Health e Place* [Online] 64 . Disponível: <http://doi:10.1016/j.healthplace.2020.102377>. Acesso: 15 fev. 2021.

Becker, B. e Egler, C. Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia. Rio de Janeiro: SAE&MMA, 1996.

Boulos, M N. K., Geraghty, E., 2020. M Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks

and epidemics. *International Journal Health Geographics* [online] 19. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>. Acesso: 23 jan. 2021.

Bherwani, H., Anjum, S., Kumar, S., Gautam, S., Gupta, A., Kumbhare, H., Anshul, A., Kumar, R., 2020. Understanding COVID-19 transmission through Bayesian probabilistic modeling and GIS-based Voronoi approach: a policy perspective. *Environment, Development and Sustainability* [Online]. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1007/s10668-020-00849-0>. Acesso: 23 jun. 2020.

Carozzi F, Provenzano S, Roth S, 2020. Urban density and COVID-19. *IZA Discussion Paper* [Online]. Disponível: <http://ftp.iza.org/dp13440.pdf>. Acesso: 23 jun. 2020.

Crepani, E., Medeiros, J.S., Azevedo, L.G., Duarte, V., Hernandez, P., Florenzano, T. "Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico". INPE, São José dos Campos, SP, 1996.

Franch-Pardo, I., Napoletano, B. M., Rosete-Vergesa, F., Billa L., 2020. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. *Science of The Total Environment Medicine* [Online]. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033> . Acesso: 23 jun. 2020.

Freitas, A. R. R., Napimoga, M., Donalisio, M. R., 2020. Análise da gravidade da pandemia de Covid-19. *Epidmiol Serv Saúde* [Online] 29. Disponível: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742020000200008>. Acesso: 12 jan. 2021.

Gilbert, M., Pullano, G., Pinotti, F., Valdano, E., Poletto, C., Boëlle, P.Y., D'Ortenzio, E., Yazdanpanah, Y., Eholie, S. P., Altmann, M., Gutierrez, B., U., G., K., M., Colizza, V., 2020. Preparedness and vulnerability of African countries against importations of COVID-19: a modelling study. *The Lancet* [Online] 395. Disponível: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30411-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30411-6).

Geleris, J.; Sun, Y.; Platt, J.; Zucker, J.; Baldwin, M.; Hripcsak, G.; Labella, A., Manson, D.; Kubin, C.; Barr, R.G., 2020. Observational Study of Hydroxychloroquine in Hospitalized Patients with Covid-19. *New England Journal of Medicine* [Online]. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa2012410>. Acesso: 23 jun. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990. Censo Demográfico.

- Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Pesquisa nacional por amostra de domicílios, 2007 – Relatório Comentários. IBGE, 2007. Acesso em: 12 de dez. de 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Censo Demográfico. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 de dez. de 2020.
- Lee, D., Lee, J., 2020. Testing on the move: South Korea's rapid response to the COVID-19 443 pandemic. *Transportation Research Interdisciplinary* [Online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100111>. Acesso: 23 jun. 2020.
- Luo, X., Zhou, W., Yan, X., Guo, T., Wang, B., Xia, H., Ye, L., Xiong, J., Jiang, Z., Liu, Y., Zhang, B., Yang, W., 2020. Prognostic value of C-reactive protein in patients with COVID-19. *MedRxiv* [Online]. Disponível: <https://doi.org/10.1101/2020.03.21.20040360>. Acesso: 23 jun. 2020.
- Marcelino, E.V.; Nunes, L.H.; Kobiyama, M. 2006. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. *Caminhos de Geografia* 6: 130-149.
- MS. Ministério da Saúde, 2020. Gabinete do Ministro. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em Março de 2021.
- PR. Prefeitura do Recife, 2020. Disponível: <https://www.recife.pe.gov.br/pr/leis/luos/soloZ/EIS.html>. Acesso em Fevereiro de 2021.
- Parolin, Z. (2019). Temporary assistance for needy families and the black-white child poverty gap. *Socio-Economic Review* [Online]. <https://doi.org/10.1093/ser/mwz025>. Acesso: 23 jun. 2020.
- Ribeiro, Ana Clara Torres. Regionalização: fato e ferramenta. In: LIMONAD, E.; HAESBAERT, R.; MOREIRA, R. (Org.). *Brasil século XXI – por uma nova regionalização? Agentes, processos e escalas*. Rio de Janeiro: Marx Limonad, 2004. (ISSO SÃO DUAS PUBLICAÇÕES?)
- Sarkodie, S. A., Owusu, P. A., 2020. Global assessment of environment, health and economic impact of the novel coronavirus (COVID-19). *Environment, Development and Sustainability* [Online]. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00801-2>. Acesso: 23 jun. 2014.
- Sarwar S., Waheed R., Sarwar S., Khan, A., 2020. COVID-19 challenges to Pakistan: Is GIS analysis useful to draw solutions? *Science of the Total Environment* [Online] 730. Disponível: 10.1016/j.scitotenv.2020.139089. Acesso: 13 fev. 2021.
- Souza, R. A., Alvarenga, M. R. M., Amendola T. M. R., Silva, C. H., Yamashita, O. M. A. de C., 2015. Vulnerabilidade de famílias de idosos assistidos pela Estratégia Saúde da Família. *Revista Brasileira de Enfermagem* 68, 244-252.
- Storopoli, J., Neto, W. L. B. da S. N., Mesch, G. S., 2020. Confidence in social institutions, perceived vulnerability and the adoption of recommended protective behaviors in Brazil during the COVID-19 pandemic, *Social Science & Medicine* [Online] 739. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113477>. Acesso: 23 fev. 2021.
- Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., Wang, B., Xiang, H., Cheng, Z., Xiong, Y., Zhao, Y., Li, Y., Wang, X., Peng, Z., 2020. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* [Online]. Disponível: <http://doi/10.1001/jama.2020.1585>. Acesso: 23 jan. 2021.
- Xu, Y., Li, X., Zhu, B., Liang, H., Fang, C., Gong, Y., Guo, Q., Sun, X., Zhao, D., Shen, J., Zhang, H., Liu, H., Xia, H., Tang, J., Zhang, K., Gong, S., 2020. Characteristics of pediatric SARS-CoV-2 infection and potential evidence for persistent fecal viral shedding. *Nature Medicine* [Online]. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-020-0817-4>. Acesso: 23 jun. 2020.
- Yaya, S., Yeboah, H., Charles, C. H., Out, A., Labonte, R., 2020. Ethnic and racial disparities in COVID-19-related deaths: counting the trees, hiding the forest. *BMJ Global Health* [Online] 5-6. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2020-002913>. Acesso: 29 jan. 2021.